

Учреждение образования «Белорусский государственный
педагогический университет имени Максима Танка»

Факультет естествознания
Кафедра общей биологии и ботаники

(рег. № _____ 2015 г.)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
общей биологии и ботаники
_____ А.В.Деревинский
_____ 2015 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета
естествознания
_____ Н.В.Науменко
_____ 2015 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
Современные проблемы экологии
(дисциплина по выбору)

второй ступени высшего образования (магистратура)
для специальности 1-31 80 01 «Биология»

Составитель:

Маврищев В.В. доцент кафедры общей биологии и ботаники учреждения
образования «Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка», кандидат биологических наук, доцент

Рассмотрено и утверждено
на заседании Совета БГПУ «_____» _____ 2015 г., протокол № _____

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГПУ

_____ В.В.Шлыков

Регистрационный № УД-_____/р.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

(дисциплина по выбору)

Учебная программа

второй ступени высшего образования (магистратура)
для специальности 1-31 80 01 «Биология»

Факультет естествознания
Кафедра общей биологии

Лекции – 40 часов

Экзамен 2 семестр

Практические (семинарские занятия) – 16 часов

Всего аудиторных часов
по дисциплине – 56

Форма получения высшего
образования – очная (дневная)

Всего часов по дисциплине – 136

Составил: В.В.Маврищев,
кандидат биологических наук, доцент

2012 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы по дисциплине «Современные проблемы экологии», утверждена регистрационный №

Рассмотрена и рекомендована для утверждения кафедрой общей биологии

(протокол № 9 от 2 мая 2012 г.)

Заведующий кафедрой

_____В.В. Маврищев

Одобрена и рекомендована для утверждения Советом факультета естествознания Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

(протокол № от 25 июня 2012 г.)

Председатель Совета

_____Н.В. Науменко

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Изучение курса «Современные проблемы экологии» направлено на обеспечение специальной подготовки в области биологии студентов магистратуры как второй ступени высшего профессионального образования.

В программе курса нашли отражение основные направления, тенденции развития и проблемы экологии на современном этапе. Ее особенность состоит в фундаментальном характере изложения, в формировании у студентов экологического мировоззрения и воспитания, способности оценки своей профессиональной деятельности с точки зрения охраны биосферы.

Проблема обучения молодого поколения основам экологических знаний является довольно насущной в наше время, которое отмечено такой негативной тенденцией в истории эволюции нашей планеты, каковой является глобальный экологический кризис.

Экология, опираясь на весь комплекс биологических и смежных наук, создаёт фундаментальную научную базу для гармоничного сочетания возрастающего воздействия человеческого общества с законами природы, управляющими биосферой.

Получили развитие глобальная экология, экология человека, экология города, инженерная экология, медицинская экология, сельскохозяйственная экология и многие другие. В последнее время наблюдается экологизация отдельных наук и всей науки в целом, производств, технологий, хозяйства, образования.

В основу преподавания спецкурса «Основы современной экологии» положены фундаментальные биологические и экологические понятия, которые образуют научные основы охраны природы. Особое внимание обращено на формирование у магистрантов связи научных знаний и умений и практической деятельности в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

Спецкурс «Современные проблемы экологии» - это учебная дисциплина, изучающая закономерности структуры, современного состояния и существования живого покрова Земли. Это предмет биологического цикла, являющийся теоретической основой рационального природопользования и охраны окружающей среды, что необходимо для создания благоприятных условий существования человеческой цивилизации. Рассматриваются уровни комплексной экологии и их соотношение, вопросы экологического кризиса, экологической опасности и пути их преодоления.

Экология трактуется как естественнонаучная дисциплина, рассматривающая принципы организации и условия устойчивости экосистем и биосферы, основные законы жизни природы. В программе освещены основы экологии человека, а также глобальные экологические проблемы и прогнозы развития человечества в связи с современным экологическим кризисом.

Целью преподавания и изучения спецкурса «Современные проблемы экологии» является формирование экологической культуры личности,

профессиональной экологической грамотности с эгоцентрическим типом экологического сознания, формирование экологического мировоззрения, субъектной модальности отношения к природе.

Главной задачей курса является ознакомление магистрантов с теми экологическими проблемами, которые в настоящее время учёными планеты трактуются как глобальные.

Основными задачами изучения спецкурса выступают:

- ознакомление студентов с современной экологией как комплексной междисциплинарной наукой, ее предметом и задачами, местом в системе наук, методологическими основами, значением, структурой;
- осуществление формирования и развитие системы основных понятий в области экологии, ознакомление с основными ее законами;
- познание фундаментальных физических, химических, биологических закономерностей структуры и функционирования экологических систем, механизмов их самоорганизации;
- ознакомление с важнейшими глобальными экологическими проблемами современности, умение анализировать конкретные экологические ситуации;
- формирование у студентов экологического мировоззрения, умения анализировать и применять на практике экологическую информацию, планировать свои отношения с природой на основе экологических знаний и ответственности за ее будущее и будущее человечества.

После завершения курса магистранты должны иметь расширенные представления об основных понятиях и законах экологии, о глобальных проблемах окружающей среды, причинах современного экологического кризиса, экологических принципах использования природных ресурсов и охраны природы, об основах рационального природопользования.

В результате изучения курса «Современные проблемы экологии» магистрант **должен знать**:

- основные особенности экологических систем;
- приёмы выделения систем в природе, методами их наименования и классификации;
- формы биологического разнообразия;
- теоретические и практические основы рационального использования ресурсов растительного и животного мира;
- сущность, причины и тенденции развития глобального экологического кризиса;
- профессионально ориентироваться в современной экологической ситуации, объективно оценивать последствия отрицательных тенденций современного экологического кризиса.

Уметь:

- адекватно оценивать место и роль человека в биосфере.
- анализировать конкретные экологические ситуации;

- владеть современными методами экологических исследований.

Всего на изучение курса «Современные проблемы экологии» отводится 108 часов, в том числе на дневной форме обучения 40 часов – лекционных и 16 практических занятий (экзамен – 2-й семестр). На заочной форме обучения – 10 лекций, 46 часов отводятся на самостоятельную работу, экзамен – 2-й семестр.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (ДНЕВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)

№	Темы занятий	Количество аудиторных часов		
		Всего	В том числе	
			лекций	практические (семинарские) занятия
1.	Введение	1	1	-
2.	Биологические системы	2	2	-
3.	Концепция экологического устойчивого развития	4	2	2
4.	Экологический кризис	4	2	2
5.	Глобальные изменения климата и экологические проблемы атмосферы	4	2	2
6.	Проблема охраны водных ресурсов	2	2	-
7.	Проблема роста народонаселения	4	2	2
8.	Проблема охраны почвенных ресурсов	2	2	-
9.	Продовольственная проблема человечества	2	2	-
10.	Транспорт и окружающая среда	2	2	-
11.	Сохранение биологического разнообразия биосферы	4	2	2
12.	Измерение и оценка биологического разнообразия	2	2	-
13.	Состояние биоразнообразия Беларуси	4	2	2
14.	Современные проблемы охраны природы	4	2	2
15.	Использование биотехнологии в охране природы	2	2	-
16.	Экологические проблемы Беларуси	4	2	2
17.	Экологический мониторинг окружающей среды	2	2	-
18.	Основные принципы экологического образования и формирования экологической культуры	2	2	-
19.	Экологические проблемы окружающей среды и здоровье человека	2	2	-
20.	Энергетические потребности человечества	2	2	-
21.	Радиационная безопасность	1	1	-
	Всего	56	40	16

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)

№	Темы занятий	Количество аудиторных часов		
		Всего	В том числе	
			лекций	самостоятельная работа
1.	Введение	1		1
2.	Биологические системы	2		2
3.	Концепция экологического устойчивого развития	4	2	2
4.	Экологический кризис	4		4
5.	Глобальные изменения климата и экологические проблемы атмосферы	4	2	2
6.	Проблема охраны водных ресурсов	2		2
7.	Проблема роста на родонаселения	4	2	2
8.	Проблема охраны почвенных ресурсов	2		2
9.	Продовольственная проблема человечества	2		2
10.	Транспорт и окружающая среда	2		2
11.	Сохранение биологического разнообразия биосферы	2		2
12.	Измерение и оценка биологического разнообразия	2		2
13.	Состояние биоразнообразия Беларуси	4		4
14.	Современные проблемы охраны природы	2		2
15.	Использование биотехнологии в охране природы	2		2
16.	Экологические проблемы Беларуси	4	2	2
17.	Экологический мониторинг окружающей среды	2		2
18.	Основные принципы экологического образования и формирования экологической культуры	4	2	2
19.	Экологические проблемы окружающей среды и здоровье человека	4		4
20.	Энергетические потребности человечества	2		2
21.	Радиационная безопасность	1		1
	Всего	56	10	46

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение

Предмет и задачи экологии. Экология человека на современном этапе. Необходимость экологических знаний для человека. Методы экологии: системный подход, полевой метод, эксперимент, моделирование. Основные законы и принципы экологии. Экологические знания и решение глобальных проблем человечества и окружающей среды. Теоретическое значение и практическая значимость экологических исследований. Роль экологии в осмыслении системной организации живой природы. Различные уровни антропоэкологических исследований и их специфика.

2. Биологические системы

Понятие о биологических системах и гомеостазе биологических систем. Концепция структурных уровней строения биосистем. Иерархия биологических систем: молекулярный, тканевый, организменный, популяционный, экосистемный и биосферный уровни организации. Особенности функционирования биологических систем. Функции живого вещества в биосфере. Нарушения гомеостаза в биосистемах, возможные причины и следствия. Потоки вещества и энергии в биологической системе.

3. Концепция экологического устойчивого развития

Понятие об устойчивом развитии и экологическом императиве развития современной человеческой цивилизации. Проблема устойчивого развития, как стратегия, позволяющая сообществам применять методы планирования и управления социально-экономическим развитием, которые улучшают качество жизни людей. Программа всемирного сотрудничества — «Повестка для XXI века». Необходимость перехода мирового сообщества к новой модели развития цивилизации — к устойчивому экологически сбалансированному развитию. Концепция устойчивого экологического развития — важнейшая цель мирового сообщества. Качественное развитие, как цель обеспечения всем необходимым людей нынешних поколений, не лишая возможности будущие поколения удовлетворять свои потребности. Жизнеспособность экосистем — основа глобальной стабильности биосферы. Деградация природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и утрата биологического разнообразия — ключевые проблемы современности. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г.

4. Экологический кризис

Глобальные проблемы взаимодействия общества и природы в XXI веке. Основное противоречие между человеком и природой. Глобальный экологический кризис и его проявления. Эколоγο-философский анализ роли человека в современном экологическом кризисе. Основные причины, обуславливающие экологический кризис. Дестабилизация динамики и баланса

биосферы. Основные отрицательные тенденции экологического кризиса. Характеристика важнейших экологических проблем и анализ их причинной обусловленности. Международное экологическое сотрудничество в преодолении экологического кризиса. Общественные экологические движения, их роль в современном мире.

5. Глобальные изменения климата и экологические проблемы атмосферы

Основные особенности атмосферы, ее роль в динамической системе Земли. Антропогенные изменения состояния атмосферы и их последствия (изменения альбедо поверхности Земли, изменения влагооборота, климат городов и пр.). Состояние воздушного бассейна Беларуси.

Природа и механизмы глобального потепления климата. Изменение климата в прошлом. Политико-экономические аспекты глобального потепления климата. Озоновый слой атмосферы как фактор сохранения жизни на Земле и меры по его охране. Борьба с истощением запасов озона. Смог и его последствия. Проблема кислотных осадков: источники, распределение, последствия, управление, международное сотрудничество.

Загрязнение воздуха: источники, загрязнители, последствия. Классификация загрязнений. Устойчивость живых организмов к загрязнениям. Самоочищение атмосферы. Защита атмосферы от техногенного загрязнения.

6. Проблема охраны водных ресурсов

Проблемы дефицита пресной воды. Основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод. Загрязнение континентальных и океанических вод — проблема наших дней. Масштабы, последствия, способы борьбы с загрязнением водоемов. Водные ресурсы Беларуси и их использование.

Основные проблемы качества воды (загрязнение патогенными бактериями, органическими веществами, тяжелыми металлами, органическими микрозагрязнителями, повышение минерализации и стока наносов, эвтрофикация, асидификация): состояние и тенденции, факторы, управление. Глобальные экологические последствия загрязнений. Самоочищение вод. Нормирование и контроль качества водных ресурсов. Сточные воды, классификация, условия выпуска в водоемы. Очистка бытовых сточных вод. Охрана вод и контроль за уровнем загрязнения.

7. Проблема роста народонаселения

Масштабы и аспекты проблемы народонаселения. Экспоненциальный рост населения Земли, его причины и следствия. «Демографический взрыв», как ведущий фактор возникновения глобальных проблем человечества. Возможности управления демографическим процессом. Прогноз демографической ситуации в мире. Экосистемы крупных городов, мегаполисы, их экологические проблемы. Градообразующие факторы и структура современного города. Перспективы роста населения нашей

планеты. Глобальные тенденции динамики населения и его структуры, их причины и возможные экологические последствия. Отрицательные последствия роста народонаселения Земного шара. Региональные демографические особенности Беларуси, их причины и возможные последствия.

8. Проблема охраны почвенных ресурсов

Антропогенные воздействия на литосферу: воздействие на почвы (эрозия, загрязнение, вторичное засоление и заболачивание, опустынивание). Роль почвы в круговороте веществ, природе и жизни человека. Земельный фонд мира и его использование. Земельные ресурсы и продовольственные потребности населения мира. Стратегия использования почв и земельных ресурсов. Антропогенное воздействие на почву. Эрозия почв. Проблемы гумуса. Прямое и косвенное воздействия пестицидов на флору, фауну и биоценозы в целом. Обеспеченность плодородными почвами в мире и Беларуси. Деградация почвенного покрова. Виды деградации почвенного покрова. Загрязнения почв. Масштабы опустынивания почв в современном мире. Принципы рационального использования и охрана почв.

9. Продовольственная проблема человечества

Деградация наземных экосистем и проблема нехватки пищевых ресурсов, современные пути решения этих проблем. Качественные и количественные потребности человека в пище, полноценное и неполноценное питание, география голода. Продуктивность биосферы и производство продуктов питания, альтернативные источники пищи. «Зеленая революция», значение биотехнологии в решении продовольственной проблемы. Генетически модифицированные растения.

Пути решения продовольственной проблемы: микробиологический путь устранения белкового дефицита, интенсификация использования белковых ресурсов Мирового океана, освоение пустынь.

10. Транспорт и окружающая среда

Экологические последствия функционирования различных видов транспорта (авиационный, автомобильный, железнодорожный, водный, трубопроводный, ЛЭП). Загрязнение окружающей среды при эксплуатации транспортных средств. Охрана природы вблизи линейных инженерных сооружений, предотвращение гибели животных на шоссейных и железных дорогах.

11. Сохранение биологического разнообразия биосферы

Структура и уровни биоразнообразия. Принципы и методы сохранения биоразнообразия. Популяционно-видовой и экосистемный уровни охраны биоразнообразия. Биологическое разнообразие как основа развития и существования биосферы. Биологическое разнообразие и облик экосистем. Методы оценки состояния и динамики биоразнообразия на разных иерархических уровнях организации биосистем. Экотоны и биологическое

разнообразие. Воздействие человечества на биологическое разнообразие. Опасность потери биологического разнообразия. Конвенции о биологическом разнообразии. Потеря биологического разнообразия – путь к экологической катастрофе человечества. Задачи в сфере охраны биоразнообразия. Биоэтика.

12. Измерение и оценка биологического разнообразия

Альфа-, бета-, гамма- и эpsilon-разнообразие. Параметры биоразнообразия. Видовой состав, видовое богатство, обилие видов, таксономическое разнообразие. Выравненность. Видовое богатство. Методы построения графиков видового обилия.

Анализ бета-разнообразия. Сравнение, сходство, соответствие сообществ. Показатели сходства, основанные на мерах разнообразия, показатели соответствия. Основные индексы общности для видовых списков. Индекс общности для количественных данных. Графический анализ бета-разнообразия. Применение кластерного анализа в оценке бета-разнообразия.

Модели биологического разнообразия. Геометрическое распределение. Логарифмическое распределение. Лог-нормальное распределение. Модель «разломанного стержня» Макаурта. Другие теоретические модели.

Индексы биологического разнообразия. Индексы сравнения. Индексы видового разнообразия. Применение индексов биологического разнообразия и их ограничения.

13. Состояние биоразнообразия Беларуси

История формирования современной природы Беларуси: роль глобальных изменений климата и деятельности человека. Виды, исчезнувшие из фауны и флоры Беларуси. Современные природные экосистемы Беларуси, их происхождение. Угрозы природным комплексам, угрожаемые виды. Уникальность природы Беларуси и ее роль в сохранении глобального биоразнообразия. Современное состояние биоразнообразия Беларуси. Инвазионные виды, их влияние на состояние биоразнообразия.

14. Современные проблемы охраны природы

Природопользование в условиях антропогенного воздействия. Стратегические направления охраны природы в XXI веке. Редкие и исчезающие виды растений и животных. Правовая основа и пути решения охраны растительного и животного мира Беларуси. Красная книга Беларуси.

Охрана природных ландшафтов. Понятие об охраняемых территориях. Статус особо охраняемых природных территорий и их задачи. Биосферные заповедники, национальные парки, заказники, «Рамсарские угодья», памятники природы, резерваты. Назначение заповедников. Важнейшие заповедники мира. Национальные парки, их назначение. Биосферные заповедники, их цели и задачи. Заказники и памятники природы. Ботанические и дендрологические сады, зоологические парки, их назначение. Заповедники Беларуси.

Современные и потенциальные ресурсы флоры и фауны. Использование биотехнологии в охране природы. Методы сохранения и воспроизведения генофонда редких и исчезающих видов растений и животных. Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь.

15. Использование биотехнологии в охране природы

Методы сохранения и воспроизведения генофонда редких и исчезающих видов растений и животных. Роль биотехнологии и генной инженерии в решении задач экологизации сельского хозяйства. Экологическая биотехнология. Перспективы расширения автотрофных, гетеротрофных и редуцентных функций агроэкосистем. Значение для формирования замкнутых циклов производства в сельском хозяйстве. Возможности увеличения производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции на основе биопроизводства. Использование для сохранения и воспроизводства биологического разнообразия. Безотходные и малоотходные технологии в промышленности и сельском хозяйстве.

16. Экологические проблемы Беларуси

Антропогенные изменения растительности. Ресурсы лесной, луговой и болотной растительности Беларуси. Экологические основы рационального использования дикой флоры и фауны. Регион Белорусского Полесья, его прошлое, настоящее и будущее. Особо ценные болотные угодья Беларуси. Проблемы Солигорска, промышленных городов, малых рек, состояния экосистем озера Нарочь. Угрозы болотам Беларуси. Осушительная мелиорация, ее положительные и отрицательные последствия. Радиоактивное загрязнение, ликвидация последствий аварии на ЧАЭС.

17. Экологический мониторинг окружающей среды

Проблема контроля за качеством среды обитания. Мониторинг окружающей среды. Его типы: локальный, региональный и глобальный; мониторинг гидросферы, атмосферы и почвы; мониторинг внутренних вод и морей; мониторинг биологический и химический; и т. д. Цели и задачи экологического мониторинга. Методы экологического мониторинга. Роль биосферных заповедников в организации глобального мониторинга.

18. Основные принципы экологического образования и формирования экологической культуры

Понятие о психолого-педагогических аспектах взаимодействия человека с окружающим природным миром. Проблема формирования экологического сознания в процессе взаимодействия человека с окружающим природным миром. Структура экологического сознания человека. Роль экологического образования в формировании экологической нравственности.

Основы диагностики экологического сознания. Системность, комплексность и непрерывность - основные принципы экологического образования и

формирования экологической культуры. Экологическое образование как педагогическая проблема. Генезис экологического образования. Приоритетность экологических знаний в системе образования. Направленность экологического образования. Всеобщность экологического образования и просвещения (обеспечение обучения и просвещения всех социальных и возрастных групп населения). Проблемы экологического образования.

19. Экологические проблемы окружающей среды и здоровье человека

Качество жизни. Нормирование качества окружающей среды. Проблема влияния различных видов сред на жизнедеятельность человека. Влияние техногенеза и индустриализации на увеличение числа наследственных и приобретенных болезней в мире. Связь между загрязнением окружающей среды и здоровьем человека. Заболевания, связанные с употреблением воды, содержащей химические примеси. Принципы профилактики заболеваний водного характера.

Классификация ксенобиотиков. Пути поступления ксенобиотиков в продукты питания. Экология раковых заболеваний, круговорот канцерогенов в экосистемах, их мониторинг. Токсические вещества в нашей пище, их источники и влияние на здоровье человека. Распространение паразитарных заболеваний в результате деятельности человека. Предельно допустимые концентрации токсичных загрязнителей, методика их расчета. Методы очистки питьевой воды, предотвращение загрязнения окружающей среды сточными водами.

Формирование здорового образа жизни человека как средство профилактики заболеваний, связанных с экологическим неблагополучием.

20. Энергетические потребности человечества

Экологические аспекты энергетики. Структура производства и потребления энергии, прогноз изменений. Энергетические ресурсы и энергосбережение. Роль энергетики в развитии человеческого общества. Энергетические ресурсы мира и Беларуси. Тепловая и гидроэнергетика. Атомная энергетика. Тепловая и гидроэнергетика. Атомная и термоядерная энергетика. Альтернативные источники энергии. Солнечная энергетика, ветроэнергетика, биоэнергетика, геотермальная энергетика, энергия морских течений и волн. Малая гидроэнергетика (потенциал, и возможности использования в Беларуси). Эффективное использование энергии в населенных пунктах. Тепловые потери в зданиях и сооружениях. Энергосбережение в быту.

Основные источники энергии: грязные и чистые. Производство энергии и разрушение окружающей среды. Ядерная энергетика. Цикл ядерного топлива, проблемы ядерной энергетики. Перспективы использования солнечной энергии. Гидроэнергетика, ее недостатки и достоинства. Загрязнение окружающей среды при добыче каменного угля и работе тепловых электростанций, новые технологии сжигания твердого топлива. Прогноз энергетики будущего.

21. Радиационная безопасность

Миграция радионуклидов в экосистемах. Приспособленность живых организмов к естественному уровню радиации. Биологическое воздействие ионизирующих излучений на живые организмы. Группы воздействия ионизирующей радиации на живые организмы: соматические и зародышевые (генетические). Загрязнение радиоактивными элементами пищевых продуктов. Эффект накопления радионуклидов в пищевых цепях и пути их проникновения в организм человека. Понятие о радиопротекторах. Выведение радионуклидов из организма человека. Судьба ядерных отходов в биосфере. Перспективы развития атомной промышленности в мире, в связи с ростом потребности в электроэнергии. Последствия аварии на ЧАЭС для экосистем Беларуси, способы минимизации негативного воздействия ионизирующих излучений на здоровье населения.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ (ДНЕВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)

Номер раздела, темы, занятий	Название раздела, темы, занятий; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Материальное обеспечение занятий (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия			
1.	Введение (1)	1				
1.1.	1. Предмет и задачи экологии, структура современной экологии, связь с другими науками. 2. Проблема экологического императива. 3. Теоретическое значение и практическая значимость экологических исследований.	1		Слайды, схемы	[3] [4]	Самостоятельная работа
2.	Биологические системы (2)	2				
2.1.	1. Концепция структурных уровней строения биосистем. 2. Иерархия биологических систем. 3. Гомеостаз биосистем.	2		Схема «Уровни организации живой материи»	[1] [3] [2]	Проверка заданий
3.	Концепция экологического устойчивого развития (4)	2	2			
3.1.	1. Жизнеспособность экосистем – основа глобальной стабильности биосферы. 2. Программа всемирного сотрудничества — «Повестка для XXI век».	2			[1] [5] [7] [24]	Самостоятельная работа Проверка заданий
3.2.	1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г.		2		[18]	Проверка выполненных заданий, защита рефератов
4.	Экологический кризис (4)	2	2			Самостоятельная работа

4.1.	1. Глобальные проблемы взаимодействия общества и природы в XXI веке. 2. Дестабилизация динамики и баланса биосферы.	2		Схемы, слайды	[1] [6] [8] [2]	Фронтальный опрос Проверка заданий
4.2.	1. Характеристика важнейших экологических проблем и анализ их причинной обусловленности. 2. Международное экологическое сотрудничество в преодолении экологического кризиса.		2	Слайды, схемы	[3] [24] [25]	Проверка выполненных заданий
5.	Глобальные изменения климата и экологические проблемы атмосферы (4)	2	2			
5.1.	1. Изменения альbedo поверхности Земли, изменения влагооборота, климат городов и пр. 2. Борьба с истощением запасов озона. 3. Состояние воздушного бассейна Беларуси.	2		Схемы	[23] [8] [20]	Самостоятельная работа Фронтальный опрос
5.2.	1. Классификация загрязнений воздуха. 2. Естественные и антропогенные факторы изменения климата.		2	Схемы	[23] [8] [20]	Самостоятельная работа Фронтальный опрос
6.	Проблема охраны водных ресурсов (2)	2				
6.1.	1. Загрязнение континентальных и океанических вод. 2. Загрязнение патогенными бактериями, органическими веществами, тяжелыми металлами, органическими микрозагрязнителями. 3. Охрана вод и контроль за уровнем загрязнения. 4. Водные ресурсы Беларуси и их использование, степень загрязнения.	2		Слайды, схемы	[2] [4] [8] [13] [24]	Самостоятельная работа
7.	Проблема роста народонаселения (4)	2	2			
7.1.	1. Экспоненциальный рост населения Земли, его причины и следствия. 2. Глобальные тенденции динамики населения и его структуры 3. Отрицательные последствия роста народонаселения Земного шара.	2		Слайды, схемы	[3] [4] [8] [20] [25]	Самоконтроль
7.2.	1. Экология города, мегаполисы. 2. Региональные демографические особенности Беларуси. 3. Демографический потенциал в развитых и развивающихся		2	Слайды, схемы	[4] [8]	Проверка заданий

	странах.					
8.	Проблема охраны почвенных ресурсов (2)	2				
8.1.	1. Стратегия использования почв и земельных ресурсов. 2. Прямое и косвенное воздействия пестицидов на флору, фауну и биоценозы в целом. 3. Виды деградации почвенного покрова.	2		Схемы, слайды	[2] [4] [11] [13]	Самостоятельная работа
9.	Продовольственная проблема человечества (2)	2				
9.1.	1. Продуктивность биосферы и производство продуктов питания, альтернативные источники пищи. 2. Микробиологический путь устранения белкового дефицита. 3. Значение биотехнологии в решении продовольственной проблемы.	2		Слайды, схемы	[8] [15] [18]	Самостоятельная работа
10.	Транспорт и окружающая среда (2)	2				
10.1.	1. Загрязнение окружающей среды при эксплуатации транспортных средств. 2. Экологические последствия функционирования различных видов транспорта. 3. Охрана природы вблизи линейных инженерных сооружений.	2			[2] [4] [8] [3]	Собеседование, проверка выполненных заданий.
11.	Сохранение биологического разнообразия биосферы (4)	2	2			
11.1.	1. Структура и уровни биоразнообразия. 2. Биологическое разнообразие и облик экосистем. 3. Конвенции о биологическом разнообразии.	2		Схемы	[10] [17] [19] [22]	Тестовый контроль по разделу, фронтальный опрос
11.2.	1. Методы оценки состояния и динамики биоразнообразия. 2. Экотоны и биологическое разнообразие. 3. Задачи в сфере охраны биоразнообразия.		2	Схемы	[17] [19]	Проверка выполненных заданий
12.	Измерение и оценка биологического разнообразия (2)	2				
12.1	1. Альфа-, бета-, гамма- и эpsilon-разнообразие. 2. Методы построения графиков видового обилия. 3. Основные индексы общности для видовых списков. 4. Модели биологического разнообразия. 5. Применение индексов биологического разнообразия и их ограничения.	2		Компьютерная презентация	[17] [19]	Собеседование, проверка выполненных заданий.
13.	Состояние биоразнообразия Беларуси (4)	2	2			
13.1.	1 История формирования современного биоразнообразия Беларуси.	2		Компьютерная презентация	[3] [13]	Собеседование, проверка

	2. Уникальность природы Беларуси и ее роль в сохранении глобального биоразнообразия.				[14] [22]	выполненных заданий.
13.2.	1. Угрозы природным комплексам, угрожаемые виды. 2. Инвазионные виды, их влияние на состояние биоразнообразия.		2		[12] [21]	Тестовый контроль по разделу, фронтальный опрос
14.	Современные проблемы охраны природы (4)	2	2			
14.1.	1. Стратегические направления охраны природы в XXI веке. 2. Понятие об охраняемых территориях. 3. Современные и потенциальные ресурсы флоры и фауны. 4. Использование биотехнологии в охране природы.	2		Слайды, схемы	[6] [9] [15] [13]	Собеседование, проверка выполненных заданий
14.2.	1. Правовая основа и пути решения охраны растительного и животного мира Беларуси. 2. Национальные парки, Биосферные заповедники, заказники и памятники природы. 3. Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь.		2	Слайды, схемы	[13] [18] [21]	Проверка выполненных заданий
15.	Использование биотехнологии в охране природы (2)	2				
15.1.	1. Роль биотехнологии и генной инженерии в решении задач экологизации сельского хозяйства. 2. Прямое и косвенное воздействие на животный и растительный мир. 2. Экологическая биотехнология. 3. Использование биотехнологии для сохранения и воспроизводства биологического разнообразия.	2			[2] [4] [13] [22]	Самостоятельная работа Фронтальный опрос
16.	Экологические проблемы Беларуси (4)	2	2			
16.1.	1. Ресурсы лесной, луговой и болотной растительности Беларуси. 2. Антропогенные изменения растительности. 3. Экологические основы рационального использования дикой флоры и фауны.	2			[3] [13] [21] [15]	Собеседование, проверка выполненных заданий.
16.2.	1. Регион Белорусского Полесья, его экологические проблемы. 2. Проблемы Солигорска, промышленных городов, малых рек, состояния экосистем озера Нарочь. 3. Осушительная мелиорация, ее положительные и отрицательные последствия. 4. Радиоактивное загрязнение, ликвидация последствий аварии на ЧАЭС.		2	Слайды, схемы	[2] [13] [15] [18]	Самостоятельная работа, проверка кратких конспектов

17.	Экологический мониторинг окружающей среды (2)	2				
17.1.	1. Цели и задачи экологического мониторинга. 2. Типы и методы экологического мониторинга. 3. Роль биосферных заповедников в организации глобального мониторинга.	2			[1] [2] [6] [25]	Фронтальный опрос
18.	Основные принципы экологического образования и формирования экологической культуры (2)	2				
18.1.	1. Экологическое образование как педагогическая проблема. 2. Генезис экологического образования. 3. Всеобщность экологического образования и просвещения.	2			[1] [3] [6] [25]	Собеседование, проверка выполненных заданий.
19.	Экологические проблемы окружающей среды и здоровье человека (2)	2				
19.1.	1. Нормирование качества окружающей среды. 2. Связь между загрязнением окружающей среды и здоровьем человека. 3. Токсические вещества в нашей пище, их источники и влияние на здоровье человека. 4. Предельно допустимые концентрации токсичных загрязнителей, методика их расчета.	2			[9] [11] [16]	Самоконтроль
20.	Энергетические потребности человечества (2)	2				
20.1.	1. Экологические аспекты энергетики. 2. Энергетические ресурсы и энергосбережение. 3. Альтернативные источники энергии. 4. Эффективное использование энергии в населенных пунктах.	2			[2] [8] [20] [24]	Самоконтроль
21.	Радиационная безопасность (1)	1				
21.1.	1. Миграция радионуклидов в экосистемах. 2. Группы воздействия ионизирующей радиации на живые организмы. 3. Эффект накопления радионуклидов в пищевых цепях. 4. Выведение радионуклидов из организма человека.	1			[4] [6] [16] [24]	Самоконтроль
	ВСЕГО:	40	16			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ (ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)

Номер раздела, темы, занятий	Название раздела, темы, занятий; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Материальное обеспечение занятий (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Самостоятельная работа			
1.	Введение (1)		1			
1.1.	2. Предмет и задачи экологии, структура современной экологии, связь с другими науками. 2. Проблема экологического императива. 3. Теоретическое значение и практическая значимость экологических исследований.		1	Слайды, схемы	[3] [4]	Самостоятельная работа
2.	Биологические системы (2)		2			
2.1.	1. Концепция структурных уровней строения биосистем. 2. Иерархия биологических систем. 3. Гомеостаз биосистем.		2	Схема «Уровни организации живой материи»	[1] [3] [2]	Проверка заданий
3.	Концепция экологического устойчивого развития (4)	2	2			
3.1.	1. Жизнеспособность экосистем – основа глобальной стабильности биосферы. 2. Программа всемирного сотрудничества — «Повестка для XXI века».	2			[1] [5] [7] [24]	Самостоятельная работа
3.2.	1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г.		2		[18]	Проверка выполненных заданий, защита рефератов

4.	Экологический кризис (4)		4			Самостоятельная работа
4.1.	1. Глобальные проблемы взаимодействия общества и природы в XXI веке. 2. Подходы к выделению глобальных экологических проблем. 3. Дестабилизация динамики и баланса биосферы. 4. Характеристика важнейших экологических проблем и анализ их причинной обусловленности.		4	Схемы, слайды	[1] [6] [8] [2]	Фронтальный опрос Проверка заданий
5.	Глобальные изменения климата и экологические проблемы атмосферы (4)	2	2			
5.1.	4. Изменения альбедо поверхности Земли, изменения влагооборота, климат городов и пр. 5. Борьба с истощением запасов озона. 6. Состояние воздушного бассейна Беларуси.	2		Схемы	[23] [8] [20]	Самостоятельная работа Фронтальный опрос
5.2.	3. Классификация загрязнений воздуха. 4. Естественные и антропогенные факторы изменения климата.		2	Схемы	[23] [8] [20]	Самостоятельная работа Фронтальный опрос
6.	Проблема охраны водных ресурсов (2)		2			
6.1.	3. Загрязнение континентальных и океанических вод. 2. Количественное истощение и качественное ухудшение водных ресурсов. 3. Охрана вод и контроль за уровнем загрязнения. 4. Масштабы и виды загрязнения океанических вод. 5. Водные ресурсы Беларуси и их использование, степень загрязнения.		2	Слайды, схемы	[2] [4] [8] [13] [24]	Самостоятельная работа
7.	Проблема роста народонаселения (4)	2	2			
7.1.	1. Экспоненциальный рост населения Земли, его причины и следствия. 2. Глобальные тенденции динамики населения и его структуры 3. Отрицательные последствия роста народонаселения Земного шара.	2		Слайды, схемы	[3] [4] [8] [20] [25]	Самоконтроль
7.2.	1. Экология города, мегаполисы. 2. Региональные демографические особенности Беларуси.		2	Слайды, схемы	[4] [8]	Проверка заданий

	3. Демографический потенциал в развитых и развивающихся странах					
8.	Проблема охраны почвенных ресурсов (2)		2			
8.1.	1. Стратегия использования почв и земельных ресурсов. 2. Прямое и косвенное воздействия пестицидов на флору, фауну и биоценозы в целом. 3. Виды деградации почвенного покрова.		2	Схемы, слайды	[2] [4] [11] [13]	Самостоятельная работа
9.	Продовольственная проблема человечества (2)		2			
9.1.	1. Продуктивность биосферы и производство продуктов питания, альтернативные источники пищи. 2. Микробиологический путь устранения белкового дефицита. 3. Значение биотехнологии в решении продовольственной проблемы.		2	Слайды, схемы	[8] [15] [18]	Самостоятельная работа
10.	Транспорт и окружающая среда (2)		2			
10.1.	1. Загрязнение окружающей среды при эксплуатации транспортных средств. 2. Экологические последствия функционирования различных видов транспорта. 3. Охрана природы вблизи линейных инженерных сооружений.		2		[2] [4] [8] [3]	Собеседование, проверка выполненных заданий.
11.	Сохранение биологического разнообразия биосферы (2)		2			
11.1.	1. Структура и уровни биоразнообразия. 2. Усиление антропогенного прессинга на ландшафты Земли. 3. Биологическое разнообразие и облик экосистем. 4. Конвенции о биологическом разнообразии. 5. Задачи в сфере охраны биоразнообразия. 6. Граничный эффект и понятие экотона.		2	Схемы	[10] [17] [19] [22]	Тестовый контроль по разделу, фронтальный опрос
12.	Измерение и оценка биологического разнообразия (2)		2			
12.1	1. Альфа-, бета-, гамма- и эпсилон-разнообразие. 2. Методы построения графиков видового обилия. 3. Основные индексы общности для видовых списков. 4. Модели биологического разнообразия. 5. Применение индексов биологического разнообразия и их ограничения.		2	Компьютерная презентация	[17] [19]	Собеседование, проверка выполненных заданий.
13.	Состояние биоразнообразия Беларуси (4)		4			
13.1.	1 История формирования современного биоразнообразия Беларуси.		2	Компьютерная презентация	[3] [13]	Собеседование, проверка

	2. Уникальность природы Беларуси и ее роль в сохранении глобального биоразнообразия.				[14] [22]	выполненных заданий.
13.2.	1. Угрозы природным комплексам, угрожаемые виды. 2. Инвазионные виды, их влияние на состояние биоразнообразия.		2		[12] [21]	Тестовый контроль по разделу, фронтальный опрос
14.	Современные проблемы охраны природы (2)		2			
14.1.	1. Масштабы современного сокращения генофонда планеты. 2. Понятие об охраняемых территориях. 3. Национальные парки, Биосферные заповедники, заказники и памятники природы. 4. Современные и потенциальные ресурсы флоры и фауны. 5. Использование биотехнологии в охране природы.		2	Слайды, схемы	[6] [9] [15] [13]	Собеседование, проверка выполненных заданий
15.	Использование биотехнологии в охране природы (2)		2			
15.1.	1. Роль биотехнологии и генной инженерии в решении задач экологизации сельского хозяйства. 2. Прямое и косвенное воздействие на животный и растительный мир. 2. Экологическая биотехнология. 3. Использование биотехнологии для сохранения и воспроизводства биологического разнообразия.		2		[2] [4] [13] [22]	Самостоятельная работа Фронтальный опрос
16.	Экологические проблемы Беларуси (4)	2	2			
16.1.	1. Ресурсы лесной, луговой и болотной растительности Беларуси. 2. Антропогенные изменения растительности. 3. Экологические основы рационального использования дикой флоры и фауны.	2			[3] [13] [21] [15]	Самостоятельная работа
16.2.	1. Регион Белорусского Полесья, его экологические проблемы. 2. Проблемы Солигорска, промышленных городов, малых рек, состояния экосистем озера Нарочь. 3. Осушительная мелиорация, ее положительные и отрицательные последствия. 4. Радиоактивное загрязнение, ликвидация последствий аварии на ЧАЭС.		2	Слайды, схемы	[2] [13] [15] [18]	Самостоятельная работа, проверка кратких конспектов
17.	Экологический мониторинг окружающей среды (2)		2			
17.1.	1. Цели и задачи экологического мониторинга. 2. Типы и методы экологического мониторинга. 3. Роль биосферных заповедников в организации глобального мониторинга.		2		[1] [2] [6] [25]	Фронтальный опрос

18.	Основные принципы экологического образования и формирования экологической культуры (4)	2	2			
18.1.	1. Экологическое образование как педагогическая проблема. 2. Генезис экологического образования. 3. Всеобщность экологического образования и просвещения.	2			[1] [3] [6] [25]	Собеседование, проверка выполненных заданий.
18.2.	1. Приоритетность экологических знаний в системе образования. 2. Направленность экологического образования. 3. Биологическая этика.		2		[1] [3] [6] [25]	Собеседование, проверка выполненных заданий
19.	Экологические проблемы окружающей среды и здоровье человека (4)		4			
19.1.	1. Нормирование качества окружающей среды. 2. Связь между загрязнением окружающей среды и здоровьем человека. 3. Токсические вещества в нашей пище, их источники и влияние на здоровье человека. 4. Предельно допустимые концентрации токсичных загрязнителей, методика их расчета.		4		[9] [11] [16]	Самоконтроль
20.	Энергетические потребности человечества (2)		2			
20.1.	1. Экологические аспекты энергетики. 2. Энергетические ресурсы и энергосбережение. 3. Альтернативные источники энергии. 4. Эффективное использование энергии в населенных пунктах.		2		[2] [8] [20] [24]	Самоконтроль
21.	Радиационная безопасность (1)		1			
21.1.	1. Миграция радионуклидов в экосистемах. 2. Группы воздействия ионизирующей радиации на живые организмы. 3. Эффект накопления радионуклидов в пищевых цепях. 4. Выведение радионуклидов из организма человека.		1		[4] [6] [16] [24]	Самоконтроль
	ВСЕГО:	10	46			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Бродский, А.К. Общая экология: учебник для студ. высш. учеб. Заведений/ А.К.Бродский. - М., 2006.
2. Гридэл, Т.Е. Промышленная экология: Учеб. пособие для вузов / Т.Е.Гридэл, Б.Р.Алленби. – М. 2004.
3. Камлюк, Л.В. Глобальная экология / Л.В. Камлюк. - Мн., 2004.
4. Керженцев, А.С. Функциональная экология / А.С. Керженцев. - М., 2006.
5. Марфенин, Н.Н. Устойчивое развитие человечества: Учебник/Н.Н. Марфенин. - М., 2007.
6. Миркин, Б.М. Основы общей экологии: учебное пособие / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. - М., 2005.
7. Миркин, Б.М. Устойчивое развитие: вводный курс: Учеб. Пособие Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. - М., 2006.
8. Новиков, Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: учеб. Пособие/ Ю.В.Новиков. – М., 2000.
9. Пономарева, И.Н. Общая экология: учебное пособие для студентов педагогических вузов/ И.Н.Пономарева, В.П. Соломин, О.А. Корнилова. - М., 2005.
- 10.Примак, Р. Основы сохранения биоразнообразия/ Р. Примак. - М., 2002.
- 11.Чернова, Н. М. Экология: учеб. для студ. биол. спец. пед. ин-тов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. - М., 2004.

Дополнительная:

- 12.Агрессивные чужеродные виды диких животных и дикорастущих растений на территории Республики Беларусь [Текст] / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси». – Мн., 2008.
- 13.Галай Е.И. Использование природных ресурсов и охрана природы / Е.И. Галай. – Мн., 2008.
- 14.Галковская, Г.А. Основы популяционной экологии: учеб. пособие / Г.А. Галковская. - Мн., 2009.
- 15.Гричик, В.В. Растительные и животные ресурсы / В.В. Гричик. – Мн., 2002.

16. Маврищев, В.В. Радиоэкология и радиационная безопасность: пособие для студентов вузов / В.В. Маврищев, А.Э. Высоцкий, Н.Г. Соловьева. - Мн., 2010.
17. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение/ Э. Мэгарран. - М., 1992.
18. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. – Мн., 2004.
19. Протасов, А.А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсинология / А.А. Протасов. - Киев, 2002.
20. Рамсторф, Ш., Шельнхубер Х.И. Глобальное изменение климата: диагноз, прогноз, терапия/ Ш.Рамсторф, Х.И.Шельнхубер. - М., 2009.
21. Состояние и использование биологического разнообразия Республики Беларусь. Аналитический обзор / под ред. Никифорова М.Е. – Мн., 1998.
22. Сохранение и восстановление биоразнообразия/ Кол. авторов. М., 2002.
23. Тишков, А.А. Биосферные функции природных экосистем России / А.А.Тишков. - М., 2005.
24. Хански, И. Ускользящий мир: Экологические последствия утраты местообитаний/ И. Хански. - М., 2010.
25. Шилов, И. А. Экология: учеб. для биол. и мед. спец. вузов / И.А. Шилов. - М., 2006.

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА

Баллы	Показатели оценки
1 (один)	Отсутствие знаний и компетентности в рамках образовательного стандарта.
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными и логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментами и приборами учебной дисциплины, умение их использовать в решении стандартных задач; умение ориентироваться в основных теориях, направлениях по изучаемой дисциплине; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях.
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное

	участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
6 (шесть)	Полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментами и приборами учебной дисциплины, способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использовании научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
8 (восемь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использовании научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (в том числе техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
9	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам

(девять)	учебной программы; точное использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
10 (десять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

В.В. Маврицев

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

КУРС ЛЕКЦИЙ



В.В. МАВРИЩЕВ

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Курс лекций для студентов биологических специальностей
высших учебных заведений

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.	4
Лекция 1. Введение в экологию, предмет и задачи экологии	7
Лекция 2. Среда обитания, основные среды жизни	25
Лекция 3. Экологические факторы среды и адаптации к ним живых организмов	44
Лекция 4. Популяционный подход в экологии. Экология популяций ...	78
Лекция 5. Биоценоз.	101
Лекция 6. Экосистемный подход в экологии.	126
Лекция 7. Биосфера	158
Лекция 8. Экологические ошибки человечества, экологический кризис и пути его разрешения	182
Лекция 9. Природные ресурсы	231
Лекция 10. Экология и рациональное природопользование	261
Лекция 11. Основные экологические проблемы стран СНГ	289
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	309

ПРЕДИСЛОВИЕ

Грядущий XXI век с полной уверенностью можно назвать веком экологии, экологических исследований и экологических свершений. Многие возражат: а проблемы нанотехнологий, микробиологии, генетики человека, генной инженерии, наконец, - это ли не главное? Все так, но прежде, чем заниматься высокими материями, каждому из нас нужно питаться пищей (причем, желательно, экологически чистой), пить воду (незагрязненную), дышать воздухом (без токсических примесей). Перед вами примерный минимум человеческих потребностей, без удовлетворения которых невозможен дальнейший творческий процесс. И неважно, чем заниматься – спортом, наукой, производством и т.п.

Кроме перечисленного минимума для нормальной жизнедеятельности, человеку еще необходимо и окружение, где его деятельность может быть осуществлена. Еще совсем недавно казалось, что основная цель человечества - сделать людей богатыми и сытыми. Однако теперь этого уже мало. Вспомним сказку о золотой антилопе, где жадный правитель был заживо погребен под огромной горой золотых монет. Он стал богатым? - Да! Но он не смог выжить, имея все это богатство. Есть мудрая индийская пословица, которая гласит: «Когда Вы убьете последнего зверя и отравите последний ручей, тогда Вы поймете, что деньгами питаться нельзя».

Аналогично в современном человеческом обществе богатства и сытости уже недостаточно для выживания. Нужна также благоприятная среда жизни. Мы называем это окружающей средой, или природной средой. Если качество этой среды не соответствует определенным параметрам, то и интенсивность проявления деятельности человека будет резко снижена до определенной границы, за пределами которой наступает коллапс (угрожающее жизни состояние), и последующая гибель.

Вот такая ситуация может ожидать нас, все человечество, если всерьез не заняться решением основных экологических проблем, накопившихся в окружающем нас мире. И источником всех этих бед и проблем в конечном счете является сам человек.

А было ли так всегда, а если нет, то когда именно осознание свалившихся на нас бед начало занимать умы просвещенного человечества?

Для ответа на этот вопрос нужно окунуться в то историческое прошлое, когда человека не было и в помине. Многие смотрели нашумевший фильм Стивена Спилберга «Парк Юрского периода» - смесь фэнтези и ужасика. Благодаря таланту режиссера страшные и не очень динозавры на какое-то время

стали культовыми животными. О них писали книги и комиксы, игрушки, их изображающие, продавались в магазинах. Динозавромания стала модой.

На самом деле, конечно, динозавры и человек никогда не встречались. Было время, когда на нашей планете господствовали эти удивительные животные. Этот отрезок естественной истории, начавшийся примерно 250 млн лет назад, носит название мезозойской эры. Расцвет динозавров пришелся на юрский период этой эры. Археологи извлекли из земных слоев того времени огромное количество останков бронтозавров, диплодоков, стегозавров, тиранозавров и других представителей этих пресмыкающихся.

«Но причем здесь экология?» – спросите вы. А все дело в том, что время проживания на нашей планете этих представителей древнейших пресмыкающихся составляло около 170 миллионов лет. Цифра сколь огромная, столь и не подвластная разуму. Представьте себе это число – 170 000 000. И самое интересное то, что за время существования динозавров никакой угрозы существованию жизни на планете с их стороны не было. Они рождались, подрастали, давали жизнь себе подобным, умирали, их потомки давали новое потомство, те подрастали, размножались, умирали и так повторялось в течение 170 млн лет. Так циклически развивались в то время жизненные процессы на планете. То, что в конце концов древние пресмыкающиеся вымерли – это предмет другого разговора. Динозавры, как и все существующие тогда виды животных и растений являлись органически составляющими природного жизненного цикла. Они были вписаны в этот цикл, не выделялись за его границы, и именно поэтому никаких природных катаклизмов в то время быть не могло.

Но вот появился человек - *Homo sapiens*. История рода человеческого охватывает не более 100 тыс. лет. Именно в то далекое время появились первые люди, предками которых мы сейчас и являемся. Сначала человек, также как и древние виды животных, был органически вписан в природный цикл. Особи человека убивали животных (но ровно столько, чтобы только насытиться), уничтожали растения (но только чтобы использовать их в пищу). Равновесие в природе сохранялось. Но лишь до определенного времени. Наделенный разумом человек попытался вмешаться в циклическое развитие природы. Мы все являемся свидетелями – что из этого получилось.

Итак, если принять за условный срок время появления на Земле человека первобытного в 100 тысяч лет, а человека разумного в 60 тысяч, то это означает, что в масштабах существования динозавров на планете, человек может еще теоретически оставаться господствующим видом в течение 169 миллионов 900 тысяч лет. Возможно ли такое? Хотелось бы знать, сохранимся ли мы на Земле через 169 с лишним миллионов лет? Ответ: теоретически – да; практически – вряд ли.

На вопрос о том, когда же человек начал изменять природу, американский биолог Пол Эрлих ответил однажды так: «Точно сказать не могу, но это произошло, видимо, от пятнадцати до двадцати пяти тысяч лет тому назад. Все началось тогда, когда первый крестьянин бросил в почву первое зерно в

надежде, что оно даст ему новое растение и принесет двадцать новых зерен. Так человек начал систематическое преобразование природы.»

Толчок самой первой в истории человечества научно-технической революции был дан неким безымянным доисторическим Эйнштейном, посадившим во влажную землю первое зерно и вызвавшим этим поступком сельскохозяйственную революцию со всеми сопутствующими ей социальными потрясениями. Человек стал на путь прогресса, и уже никогда не свернет с него. Ничто не заставит человека современного отказаться от благ цивилизации и вернуться назад, в пещеры. Прогресс – это однонаправленный временной полярный вектор, который невозможно направить назад, в прокрустово ложе циклических природных процессов. Это означает только одно – естественная природная среда потеряна для человека навсегда. Никогда уже он не вернется в качестве одной из составляющих в ее природный цикл.

Человек противопоставил себя природе раз и навсегда. Поэтому задачи человечества на современном этапе коренным образом отличаются от тех, которые были поставлены перед ним на заре цивилизации, когда нужно было выживать в природной среде. Человек перестал быть гармоничной частью биосферы, выйдя за пределы ее ресурсных циклов. Мощь цивилизации возрастает неизмеримо быстрее, чем способность природы к самовосстановлению. И здесь важно знать те критические значения параметров биосферы, за которыми может начаться непредсказуемое развитие природных сил и переход современной биосферы в новое состояние, где для человека (увы!), места может не оказаться. Сейчас человеку нужно сохранить те оставшиеся лоскутки природного одеяла, которые еще сохранились на теле нашей планеты.

И хотя сейчас никого не волнует судьба исчезнувшего с лица Земли мамонта или саблезубого тигра, наш мир наверняка будет беднее, если человек допустит исчезновение слона, тигра или носорога. В свое время немецкий философ Иммануил Кант утверждал, что человек имеет обязательства только перед самим собой. Так ли это? Не несет ли он подобные обязательства перед теми живыми существами, которые окружают его: перед зеленой травинкой, певчим дроздом или исполинским китом?

Нельзя, однако, сказать, что человек только и делал, что бездумно и методично разрушал дом, в котором живет. На разных стадиях развития биосферы определенные цивилизации проявляли особое уважение к живому, справедливо полагая, что их жизнь в полной мере зависит от даров природы. И хотя уже на стадии собирательства и охоты человек извел всех крупных млекопитающих (прежде всего копытных), чем поставил себя перед лицом экологической катастрофы, он нашел в себе силы и умение обратиться лицом к природе, перейдя от охотничьего образа жизни и собирательства к оседлому земледелию.

В ходе сельскохозяйственной революции человечество изобрело массу различных предметов - от плуга и лошадиного хомута до пресса, паруса и помпы. Все эти продукты аграрного образа жизни, точнее, процессы, с ними

связанные, имели определенное воздействие на природу, правда, поначалу весьма ограниченное. И орудиями земледельца остаются плуг, мотыга и лопата. Иначе обстоит дело на современном этапе эволюции человека и природы. Промышленная цивилизация и сельскохозяйственная революция охватили весь мир. Человек оказался подхваченным вихрем демографического взрыва и вовлеченным в стремительный темп современной жизни. Наши разнообразные потребности - действительные и надуманные - в последнее время начали оказывать на природу столь мощное давление, что возникла вполне реальная угроза самому существованию Человека как биологического вида.

ЛЕКЦИЯ 1

ПРЕДМЕТ И СОДЕРЖАНИЕ ЭКОЛОГИИ

План лекции:

1. Предыстория экологии
2. Определение экологии
3. Структура, предмет и объекты экологии
4. Краткая история развития экологических знаний
5. Основные экологические проблемы современности
6. Практическая значимость экологических исследований

ПРЕДЫСТОРИЯ ЭКОЛОГИИ

Экологические проблемы в той или иной мере решались человечеством стихийно и неосознанно на протяжении всей естественной истории. Оно рано поняло, что пользоваться природными богатствами необходимо разумно, не нарушая при этом продуктивных физических и биологических природных механизмов и сохраняя тем самым основу своего существования. Но не всегда благие намерения достигали поставленных целей. Человек решал прежде всего свои, меркантильные, задачи.

Раскидистое «дерево» экологического знания возникло на перекрестке наук о живом. Корни его уходят в глубокую древность. Рассматривая наскальные изображения первобытных эпох понимаешь, что интерес человека к окружающему животному миру был далек от простого любопытства. Современный ученый по наскальным рисункам может получить представление о повадках и облике животных, имевших хозяйственную ценность в то далекое от нас время, и в какой-то мере судить о проблемах первобытного человека, может быть в большей степени, экологических.

Упоминания об охотничьих запретах на убой самок встречаются в мамянтиках древнеиндийского эпоса «Рамаяне» и «Махабхарате» (VI-II вв. до н.э.).

Предыстория экологии охватывает античный период и эпоху Возрождения. Взгляды на природу древнегреческих ученых в значительной мере повлияли на становление экологического мышления биологов современной эпохи.

Защиту идеи охраны природы и, в частности, красоты естественных лесов можно найти еще в глубокой древности. Так, великий поэт эпохи Августа, Гораций, в письме патрицию Фуску Авидию говорит: «В ваших садах великолепные колоннады. Не для того ли они построены, чтобы запереть рощи и леса? Природа, которую вы гоните прочь ударами секир, которую вы гоните в двери из ваших домов, к счастью возвращается обратно через окно».

Древнегреческие мыслители передали эстафету своих понятий природы пришедшим им на смену римским ученым. В их работах уже содержатся элементы экологических принципов, зачатки которых можно обнаружить у всех древних цивилизаций.

Ученые Древней Греции и Рима «перекинули мостик» к мыслителям эпохи Возрождения, которая положила начало новому этапу в развитии мировой цивилизации. Человек начал открывать новые природные территории. Появление в рационе современных людей таких привычных всем растений как картофель, томаты, табак, кофе, кукуруза, рис и многих других стало возможным только благодаря экспедициям знаменитых путешественников того времени – Христофора Колумба, Васко да Гама, Америго Веспуччи и др.

Удивительные открытия, которые принесли с собой путешествия в отдаленные страны и великие географические открытия эпохи Возрождения, послужили толчком для развития природопользования. Ученые и путешественники не только описывали внешнее и внутреннее строение растений, но и сообщали сведения о зависимости растений от условий произрастания или возделывания. Описание животных сопровождалось сведениями об их поведении, повадках, местах обитания.

Большой вклад в формирование экологических знаний внес шведский естествоиспытатель Карл Линней (1707-1778). Большой интерес и сейчас представляют сочинения Линнея «Экономия природы» и «Общественное устройство природы». Под «экономией» Линней понимал взаимные отношения всех естественных тел, он сравнивал природу с человеческой общиной, живущей по определенным законам.

Французский исследователь природы Жорж Бюффон (1707-1788), в 1749 г. сделал дерзкую для того времени попытку представить развитие Земли, животного мира и человека как единый эволюционный ряд. В его дальнейших трудах подчеркивалось ведущее значение климатических факторов.

Важные наблюдения, оказавшие влияние на развитие экологии, были выполнены учеными Российской Академии наук в ходе экспедиционных исследований, проводимых со второй половины XVIII в. Среди организаторов и участников этих экспедиций надо отметить Степана Петровича Крашенинникова (1713-1755) с его «Описанием земли Камчатки», Ивана Ивановича Лепехина (1740-1802) - автора четырехтомных «Дневных записок путешествия доктора и Академии наук адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского

государства», академика Петра Симона Палласа (1741-1811), подготовившего капитальный труд «Описание животных российско-азиатских».

Большое влияние на развитие экологической науки оказал французский автор первого эволюционного учения Жан Батист Ламарк (1744- 1829), считавший, что важнейшей причиной приспособительных изменений организмов, эволюции растений и животных является влияние внешних условий среды.

Основоположником отечественной экологии можно назвать профессора Московского университета Карла Францевича Рулье (1814-1858). В своих трудах и публичных лекциях он настоятельно подчеркивал необходимость изучения эволюции живых организмов и объяснения жизни, развития и строения животных в зависимости от изменений их среды. Ученый сформулировал принцип, лежащий в основе всех наук о живом – принцип исторического единства живого организма и окружающей среды.

Большое значение для развития экологии имели труды известного русского зоолога Николая Алексеевича Северцова (1827-1885). Он впервые предпринял попытки классификации животных по биологическим типам (жизненным формам).

Крупнейший немецкий ученый Александр Фридрих Вильгельм Гумбольдт (1769-1859) закладывает основы новой науки — биогеографии (главным образом географии растений). Основатель учения о жизненных формах, Гумбольдт подробно изучил основные климаты Северного полушария и составил карту его изотерм. Кроме этого, Гумбольдт внес большой вклад в геофизику, вулканологию, гидрографию. Исследовал природу стран Европы, Центральной и Южной Америки. В труде «Космос» предпринял попытку обобщения достижений науки о Земле.

И все же на заре развития экология представляла собой описательное изучение природы, своего рода естественную историю. Великие исследователи и естествоиспытатели XIX века оставили нам полные лиризма описания и наблюдения природных явлений. Достаточно назвать с интересом читаемый и сегодня многотомный труд Альфреда Брема «Жизнь животных», первый том которого появился в 1863 году. Французский энтомолог Жан Анри Фарб в 1870 году издал свою работу «Записки энтомолога», которая до сих пор поражает читателя точностью наблюдений за удивительным миром насекомых.

СТАНОВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИИ КАК НАУКИ

Ключевым моментом в истории экологического знания было возникновение самого термина «экология», появление которого ознаменовало рождение новой перспективной и значимой в научном плане науки. Справедливости ради, следует отметить, что сам термин имел хождение в научной среде в середине XIX века, но всерьез его никто не принимал. Американский писатель и мыслитель Генри Дейвид Торо в письме от 1 января 1858 г. писал одному из

ученых: «Мистер Гоар все еще в Конкорде, занимается ботаникой и экологией...»

Днем рождения, а точнее сказать «крещения» экологии, как науки можно считать 14 сентября 1866 года, когда немецкий ученый-биолог Эрнст Геккель закончил написание фундаментального труда «Всеобщая морфология организмов». В подстрочном примечании на восьмой странице двухтомного труда, классифицируя разделы биологии, Геккель впервые употребил термин «экология» в отношении научного знания. **Термин «экология» происходит от греческих корней «ойкос» - дом, жилище, местопребывание, обиталище и «логос» - наука.** То есть это наука о взаимоотношениях организмов со средой обитания. В дословном переводе слово «ойкос» означает «домоводство», что может быть сопоставимо со значением «домашнее хозяйство».

Эрнст Геккель (1834-1919) дал следующее определение этой науки: «Это познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая непременно неантагонистические и антагонистические взаимоотношения животных и растений, контактирующих друг с другом. Одним словом, экология - это наука, изучающая все сложные взаимосвязи и взаимоотношения в природе, рассматриваемые Дарвином как условия борьбы за существование». Геккель относил экологию к биологическим наукам и наукам о природе, которых прежде всего интересуют все стороны жизни биологических организмов. «Под экологией мы подразумеваем науку об экономии, о домашнем быте животных организмов. Она исследует общие отношения животных как к их неорганической, так и к органической среде, их дружественные и враждебные отношения к другим животным и растениям, с которыми они вступают в прямые и не прямые контакты...»

К концу XIX века термином «экология» начали пользоваться многие биологи, причем не только в Германии, но и в других странах. В 1868 году в России под редакцией известного русского физиолога И.И.Мечникова вышел в конспективном изложении труд Э.Геккеля «Общая морфология», где, видимо, впервые было упомянуто слово «экология» на русском языке.

Экология возникла в середине XIX века в недрах биологической науки, которая к тому времени стала интересоваться не только классификацией всего живого и строением организмов, но и реакцией животных и растений на условия существования.

Особую роль в развитии экологических идей сыграли труды великого английского ученого-естествоиспытателя Чарлза Дарвина (1809-1882) - основателя учения об эволюции органического мира. Вывод Ч. Дарвина о существующей в природе постоянной борьбе за существование принадлежит к числу центральных проблем экологии.

Если Геккеля можно считать в какой-то мере праотцом новой науки, интуитивно предвосхитившим всю значимость и глобальность экологии, то Дарвин заложил ее биологический фундамент - то основание, на котором в дальнейшем росло экологическое знание. Вначале оно имело практической

целью регулирование численности экономически важных видов животных и направленное изменение естественных сообществ (биоценозов) в выгодном для человека направлении.

В 1859 году Чарлз Дарвин (1809-1882) публикует свою книгу «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь», которая совершила переворот в биологии и подготовила почву для появления экологии как науки.

Важным шагом на пути экологии к описанию целостных природных комплексов стало введение немецким гидробиологом Карлом Мёбиусом (1825-1908) в 1877 г. понятия о биоценозе. Он сформулировал эту мысль в книге «Устрицы и устричное хозяйство», где описал комплексы донных животных, образующих так называемые устричные банки. Такие комплексы Мёбиус назвал биоценозами, имея в виду объединения живых организмов, которые соответствуют по составу, числу видов и особей некоторым средним условиям среды и в которых организмы связаны взаимной зависимостью и сохраняются благодаря постоянному размножению в определенных местах.

Заслуга Мёбиуса в том, что он сумел раскрыть многие закономерности формирования и развития естественных природных сообществ (биоценозов). Тем самым были заложены основы важного направления в экологии - биоценологии.

В русской литературе термин «биоценоз» широко использовали такие классики науки, как В.В.Докучаев, Г.Ф.Морозов, В.Н.Сукачев. Последний наряду с термином «биоценоз», обозначающим сообщество, предложил термин «биогеоценоз», который соответствует термину «экосистема» в англоязычной литературе.

Таким образом, К.Мёбиус одним из первых применил к исследованию объектов живой природы особый подход, который получил в наши дни название системного подхода. Этот подход ориентирует исследователя на раскрытие целостных свойств объектов и механизмов, их обеспечивающих, на выявление многообразных связей в биологической системе и разработку эффективной стратегии ее изучения. Следует отметить, что в современной науке системная парадигма (господствующая теоретическая концепция, система взглядов) доминирует, а в экологии системный подход к рассмотрению объектов живой природы является основным.

Временем возникновения экологии как науки можно считать середину XIX века, однако, как признанная самостоятельная научная дисциплина экология оформилась около 1900 года. Период её становления совпал с периодом кризиса классических наук как таковых, - настало время междисциплинарных наук, всё реже соответствующих бытовавшим прежде критериям научности, стремящимся вырваться к некой мета-позиции, тотальному переосмыслению места и роли человека в мире.

В начале 20-х годов XX века термин «экология» чаще всего отождествляли с «научной естественной историей». Во множестве публиковались ценные наблюдения, характеризующие образ жизни различных организмов и отдельных

видов, в которых не было даже намека на попытку связать их с проблематикой динамики популяций. Русский физиолог растений, ботаник К.А.Тимирязев предлагал этот раздел биологических знаний называть «привычным словом «экономика» - экономика растений, экономика животных». Однако позже и он принял термин Геккеля.

Вскоре пришло время более детального исследования окружающей среды, в которой обитают те или иные виды. Возник особый раздел экологии - *аутэкология* (экология отдельных видов, организмов - от греч. «аутос» - сам), изучающая взаимоотношения организма (особи, вида) с окружающей его средой. Аутоэкология имела и по сей день имеет большое прикладное значение, особенно в области биологических методов борьбы с вредителями растений, исследований переносчиков болезней и профилактики переносимых паразитами инфекций.

Однако каждый отдельный вид даже при изучении его во взаимосвязи с другими видами, оказывающими на него непосредственное влияние, является всего-навсего мельчайшей частичкой среди тысяч таких же видов растений, животных и микроорганизмов, которые обитают в той же зоне - в лесу, на лугу, в водоеме или на побережье. Осознание этого факта привело к появлению в середине 20-х годов XX в. *синэкологии* (от греч. приставки «син-», означающей «вместе»), или биоценологии, исследующей взаимоотношение популяций, сообществ и экосистем со средой. На III Международном ботаническом конгрессе в Брюсселе в 1910 году ботаники наряду с другими вопросами обсуждали программу экологических исследований. Был поставлен вопрос о разделении экологии на два раздела: экологию особей и экологию сообществ; синэкология официально оформилась в качестве составной части экологии.

Постепенно ученые-экологи перешли от стадии описательной к стадии осмысления собранных фактов. Интенсивное развитие получили экспериментальная и теоретическая экология. Именно на 20-40-е годы XX века приходится расцвет теоретической экологии. В то время были сформулированы основные задачи изучения популяций и сообществ, предложены математические модели роста численности популяций и их взаимодействий, проведены лабораторные опыты по проверке этих моделей. Были установлены математические законы, описывающие динамику популяций взаимодействующих групп особей. К ним относятся модельные уравнения, описывающие взаимодействия популяций, предложенные итальянцем В.Вольтеррой и американцем венгерского происхождения, родившемся во Львове, А.Лоткой. Разработанная ими математическая модель конкурентного вытеснения позже была экспериментально подтверждена русским ученым Г.Гаузе. Он установил, что два близких вида инфузорий - *Paramecium caudatum* и *Paramecium aurelia*, при кормлении их одним видом бактерий не могли сосуществовать: *P.aurelia* вытесняла *P.caudatum*. Гаузе посчитал доказательным теоретический вывод Вольтерры и Лотки и решил, что он заслуживает статуса универсального правила, согласно которому два вида, занимающих одну экологическую нишу, не могут устойчиво сосуществовать в одном месте.

В тот же период появились первые основополагающие экологические концепции как «пирамида чисел» (в соответствии с этой концепцией численность особей снижается в прогрессии от растений - в основе пирамиды до травоядных животных - на ее вершине), «цепь питания», «пирамида биомасс».

С самого начала те, кто называл себя экологами, пытались осознать предмет своей деятельности как целостную дисциплину, призванную свести множество разнообразных фактов в стройную систему, вскрыть достаточно общие закономерности, а главное - объяснить и по возможности составить прогноз тех или иных явлений. Это стремление разработать универсальную теоретическую основу своей науки, открыть общие «законы» и определить соответствующие «константы» особенно четко проявлялось начиная с 20-х годов нашего столетия, с тех пор как началось активное формирование той экологии, которую мы знаем и сейчас.

На данном этапе развития экологии остро ощущалась нехватка базовой единицы изучения. Отсутствие четко определяемой единицы изучения несколько тормозило развитие экологии.

Такой основной единицей стала экологическая система, или экосистема. Термин «экосистема» впервые был предложен английским экологом Артуром Тенсли в 1935 г., но, конечно, представления о ней возникло значительно раньше. Ее можно определить как ограниченное во времени и пространстве единство, природный комплекс, образованный живыми организмами (биоценоз) и средой их обитания (косной, например атмосфера, или биокосной — почва, водоём и т.п.), связанными между собой обменом веществ и энергии. Это одно из основных понятий экологии, приложимое к объектам разной сложности и размеров.

Примером экосистемы может служить пруд с обитающими в нём растениями, рыбами, беспозвоночными животными, микроорганизмами, донными отложениями, с характерными для него изменениями температуры, количества растворённого в воде кислорода, состава воды и т.п. Экосистемой является лес с лесной подстилкой, почвой, микроорганизмами, с населяющими его птицами, травоядными и хищными млекопитающими, с характерным для него распределением температуры и влажности воздуха, света, почвенных вод и др. факторов среды, с присущим ему обменом веществ и энергии. Гниющий пень в лесу, с живущими на нём и в нём организмами и условиями обитания, тоже можно рассматривать как экосистему.

Огромное влияние на развитие экологии оказали работы выдающегося русского геохимика В. И. Вернадского. Он посвятил себя изучению процессов, протекающих в биосфере, и разработал теорию, названную им биогеохимией, которая легла в основу современного учения о биосфере.

Еще в начале XIX века в естествознании утвердился термин биосфера - сфера жизни. Она включает в себя все области нашей планеты, освоенные жизнью. Это и атмосфера, и океан, и все части земной поверхности, где утвердилось жизнь в любых ее формах.

Учение о живой природе было создано и развито многими выдающимися натуралистами прошлых веков. Но тогда исследовался главным образом растительный и животный мир, а биосфера - как качественно новое геологическое, биологическое и экологическое явление на планете - не рассматривалась. Однако изучения одних локальных проблем оказалось недостаточно. В современных условиях необходимо изучать биосферу как единое целое в ее взаимодействии с человечеством.

Появление и развитие учения о биосфере стало новой вехой в естествознании, в изучении взаимодействия и взаимоотношений между косной и живой природой, между человеком и окружающей средой.

В 1926 году В.И.Вернадский опубликовал книгу под названием «Биосфера», которая ознаменовала рождение новой науки о природе, о взаимосвязи с ней человека. В этой книге биосфера впервые показана как единая динамическая система, населенная и управляемая жизнью, живым веществом планеты. В работах по биосфере ученый показал, что живое вещество во взаимодействии с косным есть часть большого механизма земной коры, благодаря которому происходят разнообразные геохимические и биогенные процессы, миграции атомов, осуществляется их участие в геологических и биологических циклах.

В.И.Вернадский показал, что химическое состояние наружной коры нашей планеты всецело находится под влиянием жизни и определяется живыми организмами, с деятельностью которых связан великий планетарный процесс - миграция химических элементов в биосфере.

В конце жизни В. И. Вернадский приходит к выводу, что биосфера тесно связана с деятельностью человека; от этой деятельности зависит сохранность равновесия состава биосферы. Он вводит новое понятие - ноосфера, что означает «мыслящая оболочка», то есть сфера разума. В. И. Вернадский писал: «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. Перед ним, перед его мыслью и трудом становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободного мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера».

Взаимосвязи в живой природе, с которыми приходится сталкиваться ученым чрезвычайно широки и многообразны. Поэтому идеальный эколог, если только таковой существует, должен быть чуть ли не энциклопедистом, обладающим комплексом знаний, концентрированных во многих научных и общественных дисциплинах. Естественно, таких людей нет, и поэтому для успешного решения реальных экологических задач необходима совместная междисциплинарная работа исследовательских групп, каждая из которых представляет различные отрасли науки. Именно поэтому во второй половине XX века в экологии уже действовали сложившиеся экологические школы ботаников, зоологов, геоботаников, гидробиологов, почвоведов и др.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИИ

Понятие «экология» в настоящее время приобретает глобальный характер, а вместе с этим разные ученые, считающие себя экологами, вносят разный смысл в само определение термина «экология».

Одни говорят, что экология — это некий раздел биологии. Другие утверждают, что экология — это биологическая наука. Действительно, экология как наука сформировалась на базисе биологии, но в дальнейшем она обрела самостоятельность и в настоящее время является не разделом биологии, а самостоятельной, обособленной наукой. Теоретик современной экологии Н.Ф.Реймерс указывал: «Современная экология — биологизированная (как и географизированная, математизированная и так далее) биоцентричная наука, но не биология. Биологическая ее составляющая — взгляд от живого на окружающую среду и от этой среды на живое. Такой угол зрения имеют десятки наук: антропология, этнография, медицина и др. Но для экологии характерен широкий системный междотраслевой взгляд».

Развитие экологии повысило теоретическое и практическое значение таких наук о Земле, как метеорология, климатология, гидрология, гляциология, почвоведение, океанология, геофизика, геология. Существенно меняется роль географии, которая теперь не только стремится дать более полную и многоплановую картину «облика планеты», но и разработать научные основы ее рационального преобразования, формировать прогрессивную концепцию природопользования.

Однако главное, на что следует обратить внимание,— это интегрирующая функция современной экологии, оформившейся уже в весьма широкую комплексную отрасль исследований и прикладной деятельности, содействующую развитию новых отраслей естественных, технических и общественных наук. Экология резко стимулирует «междисциплинарность» научной деятельности, ориентирует все науки на решение своеобразной «сверхзадачи» — поиски гармонии человечества и природы. В этом плане глобальная экология творчески ассимилировала наиболее рациональные моменты многих наук и научных теорий. Отталкиваясь от эволюционного понимания живой природы, современная экология в то же самое время учитывает специфику беспрецедентного по масштабам и характеру антропогенного воздействия на биосферу. Это воздействие во многом обусловлено переходом научно-технической революции на более высокий этап развития, объективно требующий осмысления многих вызванных ею новых противоречивых процессов и явлений в природе и обществе и ослабления проявлений наиболее опасных из них.

Одним из реальных вкладов экологии в развитие науки в целом можно считать расширение рамок использования ряда концепций и научных понятий, которые раньше входили в арсенал лишь отдельных довольно узких научных дисциплин.

Таким образом, с одной стороны признается, что экология - это наука, а с другой - подчеркивается, что это совокупность научных дисциплин. Следует отметить, что экология - наука сравнительно молодая и находится еще пока в фазе становления. Это связано с тем, что она в той или иной мере затрагивает

почти все сферы жизнедеятельности живых организмов (и их совокупностей) и деятельности человека. Это синтетическая наука, которая имеет полное право на существование в общей иерархии современных наук.

Кратко экологию можно определить как науку, изучающую отношения организмов между собой и окружающей средой, а также организацию и функционирование биологических систем различного уровня: популяций, сообществ и экосистем, природных комплексов и биосферы. Между организмами возникает система отношений, которая зачастую идет на пользу и тем и другим. Несмотря даже на то, что в некоторых случаях это будут отношения хищника и жертвы. Потому что в данном случае на первый план выступают групповые механизмы на уровне популяций. Опыты показали, что когда исключались воздействия хищников на популяцию жертв, то это обычно приводило к гибели последней, тех, кого хотели защищать. Прежде всего потому, что распространялись болезни и всевозможные наследственные уродства. Таким образом, изучение взаимоотношений системы элементов органического мира – важнейшая задача современной экологии.

Определений экологии в современной научной литературе множество. И почти все они концентрируют внимание на взаимоотношениях между живыми организмами и средой их окружения. Однако, среди всех определений сложно найти одно такое, которое бы устраивало всех ученых-экологов, хотя и разнятся все они только лишь в деталях.

Однажды на одном из экологических форумов собрались многие ведущие экологи и попытались официально определиться – что же такое экология. При этом каждый предлагал свое собственное определение. В конце концов в протокол было занесена такая фраза с неким юмористическим подтекстом: «Экология это то, чем занимаюсь я, а не занимаетесь вы».

Однако, все же, как определить, чем занимается экология, и что это за наука. В последнее время люди малопрофессиональные и не слишком сведущие в вопросах экологии искренне считают, что экология занимается вопросами охраны природы и рационального природопользования. Такой взгляд лежит на поверхности: если экология плохая (как сейчас многие выражаются), значит ее нужно улучшать. Отсюда заблуждения. И никто не задумывается, что выражение «плохая экология» не имеет смысла. Если мы можем говорить, что у нас «плохая экология», то почему никто не говорит, что у нас «плохая география», или «плохая физколлоидная химия»? Конечно, это звучит нелепо, и никто так никогда не скажет, а вот по отношению к экологии так говорить можно. Дело в том, что обыватели забывают (или не догадываются), что экологи (так же как и география, и физколлоидная химия) – это наука, а наука не может быть «плохой» или «хорошей».

Термин «экология» и прилагательное «экологический» превратились к концу XX – началу XXI века в расхожие емкие слова, охватывающие и отражающие те глобальные изменения, которые произошли не только в среде, окружающей человека, но и в самих взаимоотношениях между людьми. Именно поэтому, несмотря на неконкретность понятия «экология», а порой и

противоречивый его смысл, оно стало удобным инструментом в руках политиков, социологов, представителей средств массовой информации.

Основной тезис при определении экологии заключается в том, что это прежде всего наука, изучающая отношения организмов между собой и окружающей средой. Но не только исследованиями взаимоотношений организмов занимается экология, а также и изучением структуры различных типов биологических сообществ, которые слагаются этими организмами.

Резюмируя, можно дать следующее определение экологии: **экология – наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и с окружающей их природной средой, а также исследующая структуру и функционирование биологических (надорганизменных) систем различного уровня.**

Экология изучает отношения организмов со средой их обитания, между которыми возникает множество разнообразных связей. Организмы же благодаря этим связям существуют в природе не как хаотичные скопления, а образуют определенные сообщества - надорганизменные системы. К надорганизменным системам относятся популяции, биоценозы, экосистемы и биосфера. Они также являются предметом изучения экологии. Экологию можно определить и как науку о «нишах» организмов в экологических системах.

Итак, экология изучает взаимосвязи: между организмами (включая пищевые и непищевые взаимосвязи); между организмами и средой на разных уровнях организации живого; взаимосвязи внутри надорганизменных систем.

СТРУКТУРА, ПРЕДМЕТ И ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГИИ

Выдающийся российский философ А.Ф. Лосев в работе «История античной философии в конспективном изложении» писал: «Структура - это самое главное. Ведь без структуры нет никакой раздельности».

Действительно, каждая наука имеет свои четко структурированные разделы. Касается это и экологии. Ее структуру можно рассматривать двояко.

Прежде всего, современная экология представляет собой как-бы трехуровневое сооружение, состоящее из горизонтальных слоев, располагающихся друг над другом. В основании, на первом уровне, находятся отдельные особи. Выше располагаются популяции и биоценозы (сообщества), последний уровень занимают экосистемы. Каждый уровень характеризуется своими структурными и функциональными характеристиками.

Таким образом, **объектами изучения** современной экологии являются отдельные **организмы** (особи), **популяции** (группы особи одного вида) и **биоценозы** (совокупность различных популяций биологических видов).

Центральным разделом экологии является изучение экосистем, которые, по сути, являются тем, что мы обычно называем окружающей нас природой. В отличие от популяции или сообщества экологическую систему можно считать самостоятельным объектом - в ней имеется все, что необходимо для ее существования. Поэтому экосистемы являются *главным предметом* экологии.

Если рассматривать структуру экологии в виде совокупности направлений, то в ее пределах можно выделить следующие разделы.

В зависимости от уровня организации биологических систем в современной экологии выделяют три основных направления: **аутэкология** (экология *особей* и составленных ими видов; от греч. «аутос» - сам); **демэкология** (экология *популяций*; от греч. «демос» - народ, население); **синэкология** (экология *сообществ*, или биоценозов; от греч. «син» – вместе). Часто к этим направлениям добавляют еще **биогеоценологию** - учение о *биогеоценозах*, или экологических системах, и **биосферологию** - учение о функционировании *биосферы*. Три этих направления составляют **общую экологию**.

Частная, или специальная, экология занимается изучением экологических аспектов конкретных организмов или сообществ. В зависимости от объекта исследований она подразделяется на экологию растений, животных, человека, экологию сельскохозяйственных экосистем - агроэкология, растительных сообществ - фитоценологию и т.д.

В недрах специальной экологии сформировался еще один раздел экологии - **прикладная экология**. Она стала изучать способы предотвращения нежелательных последствий антропогенного воздействия на природу и на здоровье самих людей. В этой области оказалось недостаточно достижений одной лишь биологии, поэтому и химия, и физика, и инженерные знания были использованы в полной мере. Такие науки, как промышленная (инженерная), сельскохозяйственная, промысловая экология, изучают возможность использования природных ресурсов и среды жизни, допустимые нагрузки на них, формы управления и хозяйствования. Они исследуют воздействие промышленности, транспорта, сельского хозяйства на природу и, наоборот, влияние естественной природной среды на функционирование промышленных предприятий и сельскохозяйственных комплексов.

В первой четверти XX века оформилось направление, позже получившее название **теоретической экологии**.

В наше время особое значение получает **количественная экология** – направление, изучающее динамику отдельных экологических систем, их продуктивность и математическое моделирование отдельных экологических процессов.

С 70-х гг. 20 в. складывается **экология человека**, или социальная экология, изучающая закономерности взаимодействия общества и окружающей среды, а также практические проблемы ее охраны; включает различные философские, социологические, экономические, географические и другие аспекты (напр., экология города, техническая экология, экологическая этика и др.). В этом смысле говорят об «экологизации» современной науки. Экологические проблемы, порожденные современным общественным развитием, вызвали ряд общественно-политических движений («Зеленые» и др.), выступающих против загрязнения окружающей среды и др. отрицательных последствий научно-технического прогресса.

Слово «экология» сегодня можно прочесть на лозунгах, под которыми проходят демонстрации представителей экологического движения, в статьях юристов, экономистов, представителей других профессий. В стороне остались только биологи – ученые, исканиями которых этот термин обрел жизнь и дал новое направление в современной науке.

Итак, прежде всего определимся, чем же экология отличается от направлений природоохранной деятельности.

Прежде всего, **охрана природы** является прикладной экологической областью знания о сохранении систем жизнеобеспечения Земли. Она нацелена на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей средой с целью его сохранения и восстановления природных ресурсов и предупреждения вредного влияния результатов хозяйственной деятельности на природу и здоровье человека. Охрана природы разрабатывает общие принципы и методы сохранения и восстановления природных ресурсов и включает такие разделы, как охрану атмосферы, земель, вод, растительного и животного мира и т.п.

Охрана окружающей среды концентрирует свое внимание прежде всего на потребностях самого человека. Это комплекс самых различных мероприятий (административно-хозяйственных, технологических, юридических, общественных и пр.), направленных на обеспечение функционирования природных систем, необходимых для сохранения здоровья и благосостояния человека.

Природопользование направлено на удовлетворение различных потребностей человека путем рационального использования природных ресурсов и природных условий. Это комплексная научная дисциплина, исследующая общие принципы рационального использования природных ресурсов человеческим обществом. Объект природопользования – комплекс взаимоотношений между природными ресурсами, естественными условиями жизни общества и его социально-экономическим развитием.

Таким образом, смешение понятий экологии, охраны природы, охраны окружающей среды и природопользования совершенно неправомерно, поскольку экология как фундаментальная наука о взаимоотношениях живых организмов и среды обитания значительно шире учения лишь об охране и защите этой природной среды. Экология является фундаментом, базисом, на основании которой развиваются указанные науки, которые являются ее прикладными сферами.

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

В настоящее время экологические проблемы современности по своим масштабам условно могут быть разделены на *локальные, региональные и глобальные*, а среди большинства международных экологических конфликтов можно выделить четыре категории: распределение водных ресурсов, загрязнение морей, чистота воздуха, чистота воды.

Завод, сбрасывающий без очистки в реку свои промышленные стоки, вредные для здоровья людей, хищническая рубка векового лесного массива, ненормированные выбросы вредных веществ в атмосферу в результате работы промышленного предприятия - все это примеры *локальных* экологических проблем.

Примером *региональных* экологических проблем может служить проблема Полесья - болотистого края с недавно проведенной масштабной мелиорацией. Неправильный, неэкологичный подход к выбору мелиорируемых объектов и ненаучные методы проведения мелиорации привели к тому, что южная часть Беларуси выведена из состояния экологического равновесия. Шли под сведения леса, спрямлялись реки, уничтожались гнездовья водоплавающих птиц, торфяники отдавались под пропашные культуры. В результате пропали озера, уничтожен лес, постоянно распахиваются торфяники. Все это привело к черным пылевым бурям, которые периодически в апреле-мае закрывают горизонт. Верхний слой торфа сносится ветром и обнажаются подстилающие пески. Если учесть, что болота - санитары агроэкосистем, т.е. играют важную роль как регуляторы гидрологического режима территорий, запасают влагу в период таяния снегов и осенних осадков, а также питают ручьи и реки в сухие периоды года, то пример экологической катастрофы налицо.

К региональным экологическим проблемам можно также отнести: проблему Кузбасса – почти замкнутой в горах котловины, заполненной газами коксовых печей и дымами металлургического гиганта, об улавливании которых при строительстве никто не думал; проблему высыхающего Аральского моря с резким ухудшением экологической обстановки на всей его периферии; высокую радиоактивность почв в районах, прилегающих к Чернобылю.

Для решения таких проблем уже нужны научные исследования – разработка рациональных методов поглощения дымовых и газовых аэрозолей, точные гидрологические исследования для выработки рекомендаций по увеличению стока в Аральское море, выяснение влияния длительного воздействия слабых доз радиации на здоровье населения и разработка методов дезактивации почв и т.п.

Однако антропогенное воздействие на природу достигло таких масштабов, что возникли проблемы *глобального* характера, о которых в начале XX в. никто не мог даже подозревать. Глобальные - это проблемы, существующие в масштабах всего земного шара. Ниже мы перечислим основные глобальные экологические проблемы современности, конкретно-же о некоторых из них поговорим в других лекциях.

- изменение климата Земли, парниковый эффект (глобальное антропогенное потепление);

- разрушение озонового экрана, возникновение так называемых «озоновых дыр», снижающих защитные возможности атмосферы против поступления к поверхности Земли опасной для живых организмов жесткой коротковолновой ультрафиолетовой радиации;

- химическое загрязнение атмосферы, и как следствие этого образование кислотных осадков;

- демографический кризис, относительное перенаселение Земли в некоторых регионах;
- чрезмерная урбанизация - рост количества и численности городов, приводящие к существенным перестройкам ландшафтов Земли;
- загрязнение почв, уменьшение их площадей;
- загрязнение Мирового океана и изменение свойств океанических вод за счет нефтепродуктов, насыщения их углекислым газом атмосферы;
- загрязнение поверхностных вод суши;
- радиоактивное загрязнение локальных участков с тенденцией его расползания по поверхности Земли;
- опустынивание обширных территорий;
- истребление лесного покрова Земли, уменьшение площадей тропических и северных лесов, сокращение площади тропических лесов и северной тайги - основных источников поддержания кислородного баланса планеты;
- продолжающееся накопление на поверхности Земли бытового мусора и всякого рода твердых и жидких отходов, управление отходами, образуемыми в процессе человеческой деятельности;
- уменьшение биологического разнообразия флоры и фауны и устойчивости экосистем.
- замусоривание околоземного космического пространства (ОКП), последствия которого до конца пока не осмыслены, если не считать реальную опасность космическим аппаратам, включая спутники связи, локации поверхности земли и другие, широко использующиеся в современных системах взаимодействия между людьми, государствами и
- изменение геохимии ландшафтов, в связи с теплоэнергетикой, перераспределением элементов между недрами и поверхностью Земли в результате горнометаллургического передела (например концентрация тяжелых металлов) или извлечения на поверхность аномальных по составу, высокоминерализованных подземных вод и рассолов;
- нарушение глобального и регионального экологического равновесия, соотношения экологических компонентов в прибрежной части суши и моря;
- освобождение в результате всех вышеуказанных процессов экологических ниш и заполнение ими иными, видами;
- истощение многих месторождений минерального сырья и постепенный переход от богатых ко все более бедным рудам.

Таковы основные насущные экологические проблемы современности. Решение их, а значит и спасение жизни на Земле, зависит не только от профессиональных экологов, но также и от всех простых людей на планете Земля. Каждый должен быть в ответе за судьбу нашей планеты.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Какое же значение играет экология и экологические исследования в жизни человеческого общества на современном этапе его развития? Следует учесть, что экология наука очень молодая (по сравнению с такими классическими науками, как математика, физика, ботаника, зоология, медицина, философия и др.). Но, несмотря на это, именно экология (как наука) является основой, базисом, фундаментом, на котором строят свои знания все остальные ответвления наук, связанные с охраной природы, охраной окружающей среды и рациональным природопользованием. Законы экологии вытекают из фундаментальных законов физики, биологии, математики. Они объективны и независимы от нас. Без знания законов существования и развития природы все наши усилия направляются на борьбу с последствиями, а не с причиной, породившей конфликт человека и природы. Спасти человека - это, прежде всего, сохранить природу. Вывод из сказанного прост: начинать надо с изучения законов, по которым живет и развивается природа.

Экология – наука, имеющая разнообразное практическое применение. Современному обществу просто необходимо знать и учитывать законы экологии для разумной хозяйственной деятельности, будь то сельское хозяйство, промышленное производство, исследования климата, почв. Экология непосредственным образом связана с вопросами здравоохранения, безопасности жизнедеятельности человека.

Информация, полученная при экологических исследованиях, должна быть использована при землеустройстве, решении важнейших вопросов кадастра и мониторинга земель, при оценке плодородия почв.

Особенно важно использовать результаты исследований загрязненных и других деградированных земель на массивах сельскохозяйственных угодий, прежде всего на пашне, где возделывают культуры, продукция которых идет в пищу. При землеустройстве, ориентированном на экологически сбалансированное использование земель, следует учитывать также физическую деградацию почв, антропогенные изменения осушаемых и орошаемых почв и их возможные негативные экологические последствия, воздействие кислотных дождей на почвы, загрязнение водных источников биогенными веществами и различными физическими соединениями.

Прежде всего, экологический подход необходим для научно обоснованного ведения сельского хозяйства. Продукты питания составляют основу жизнедеятельности человека, и производство пищи – важная задача, учитывая все увеличивающееся число жителей на планете Земля. Например, чтобы эффективно бороться с вредителями сельскохозяйственных культур и правильно выбрать момент для применения инсектицидов, фунгицидов или каких-либо других химических препаратов, нужно хорошо знать жизненные циклы соответствующих видов организмов. Экологичными могут быть определенные сельскохозяйственные приемы и методы. К ним можно отнести передвижение сроков посева и уборки урожая, способствующие созданию неблагоприятных условий для вредителей, или ограничение численности последних путем интродукции специфических паразитов и хищников.

Принципы экологии приложимы к исследованию климата и почв, необходимых для различных сельскохозяйственных культур, к организации разведения животных в тех или иных климатических условиях, а также к разработке рациональных севооборотов и поддержанию определенного уровня разнообразия агроценозов.

Изучение с экологической точки зрения заболеваний человека, животных или растений составляет основной предмет эпидемиологии. Этой наукой разработаны системы мер, ограничивающих распространение таких болезней, как малярия, тиф, чума, желтая лихорадка и сонная болезнь. Подобные меры обычно включают борьбу с насекомыми–переносчиками заболеваний. Как и в случае с сельскохозяйственными вредителями, эта борьба должна основываться на хорошем знании экологии соответствующих организмов.

Связь с экологией совершенно очевидна в таких областях деятельности человека, как рыболовство, лесное и охотничье хозяйство, а также охрана и рекультивация земель.

Резюмируя, можно сказать, что практическое значение экологии состоит, прежде всего, в решении вопросов природопользования. Именно экология должна создать научную основу эксплуатации природных ресурсов. Законы, лежащие в основе естественных природных процессов, будут в центре нашего внимания.

Краткое резюме

Экология, как биологизированная наука, представляет собой область знаний, рассматривающая взаимодействия живых организмов со средой их обитания, а также структуру природных систем различной сложности, слагающимися этими организмами. Для нее характерен системный междотраслевой взгляд. Предмет изучения экологии – природные экосистемы. Объекты изучения – живые организмы и надорганизменные системы (популяции, биоценозы, биосфера).

Вопросы для повторения

1. Что изучает экология?
2. Дайте определение науки «экология».
3. Почему экология в начале XXI века стала одной из важнейших наук?
4. Современная экология представляет собой систему взаимосвязанных областей знаний различных наук. Какие области знаний входят в эту систему?
5. Что является предметом изучения экологии?
6. Охарактеризуйте кратко основные этапы развития экологии.
7. Какие ученые внесли большой вклад в развитие экологии?
8. Какие разделы и направления выделяются в современной экологии?
9. Перечислите основные экологические проблемы современности.

10. Можно ли назвать экологией «Охрану природы (охрану окружающей среды)» или «Рациональное природопользование»? Почему «да», или «нет»?
11. В чем проявляется практическая значимость экологических исследований?

Темы для докладов на семинарах

1. Специфика экологии как науки.
2. Краткая история экологического знания.
3. Структура и основные современные направления экологии.
4. Предмет и объекты изучения современной экологии
5. Почему нужно изучать экологию?
6. Глобальные экологические проблемы человечества и пути их решения.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Горелов А.А. Экология: Учеб.пособие для вузов. – М., 2001.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2003.
- Оуэн Д.Ф. Что такое экология? - М., 1984.
- Очерки по истории экологии. М., 1970
- Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
- Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М., 1990.
- Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). М., 1994.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. М, 1989.
- Розанов С.И. Общая экология. – СПб., 2001.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. 4-е изд., испр. СПб., 1997.
- Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. Киев, 1987.
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн.пособие для студ. биол.спец. пед.ин-тов. - 2-е изд., перераб. - М., 1988.

Дополнительная

- Андерсон Д.М. Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистемы, человек. - Л. 1985.
- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. Ростов на Дону, 1996.
- Китанович Б. Планета и цивилизация в опасности. - М., 1985
- Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология: Учеб. для вузов. - Ростов н/Д, 2000.
- Маврищев В.В. Основы общей экологии/ Учебное пособие для студентов небиологических специальностей вузов. – Мн., 2000.

Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.

Петров К.М. Общая экология: Взаимодействие общества и природы: Учеб.пособие для вузов.- СПб., 1997.

Четверев В.И. Экологический кризис: поиски выхода. - М., 1994.

Тревога в 2000 году. Бомбы замедленного действия на нашей планете. – М., 1990.

ЛЕКЦИЯ 2

СРЕДА ОБИТАНИЯ, ОСНОВНЫЕ СРЕДЫ ЖИЗНИ

План лекции:

1. Понятие о среде обитания
2. Водная среда
3. Особенности водной среды
4. Проблема нехватки пресной воды
5. Наземно-воздушная среда
6. Почвенная среда

7. Живые организмы как среда обитания
8. Экологические особенности паразитов

ПОНЯТИЕ О СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

Живые организмы всегда находятся во взаимодействии с окружающими их природными образованиями, природными явлениями. Об историческом единстве живых организмов и их окружения еще в прошлом столетии писал выдающийся физиолог И.Сеченов: «Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен; поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него».

Известный эколог животных Н.П.Наумов определял среду как все то, что окружает организмы, и прямо или косвенно влияет на их состояние, развитие, выживание и размножение.

Таким образом, совокупность природных условий и явлений, окружающих живые организмы, с которыми эти организмы находятся в постоянном взаимодействии, носит **название среды обитания**.

Роль среды двояка. Прежде всего, живые организмы получают пищу из среды, в которой обитают. Кроме этого, разнокачественные среды ограничивают распространение организмов по Земному шару. Жаркий и сухой климат пустыни препятствует жизни в ней большинства организмов, точно так же как из-за жесткого холода в полярных областях обитать в них могут лишь очень немногие, наиболее выносливые виды. Именно среда изменяет организмы прежде всего тем, что способствует их совершенствованию путем естественного отбора. Организмы не просто приспосабливаются к среде, но эволюционируют.

В свою очередь, жизнедеятельность организмов оказывает более или менее существенное влияние на среду. Средообразующая роль живых организмов велика. Растения выделяют кислород, и тем самым поддерживают баланс последнего в атмосфере планеты. Высокие растения (деревья и кустарники) затеняют почву, способствуют перераспределению влаги, вместе с травами создают особый микроклимат. Растения и животные оказывают влияние на структуру и свойства почвы.

Экологи издавна обращали внимание на взаимосвязь среды обитания с жизнедеятельностью организмов. Известный русский зоолог К.Ф.Рулье в XIX в. подчеркивал, что ни один из организмов не может существовать независимо от окружающей среды, причем среда изменяется организмами, а изменения организмов контролируются средой. Такое понимание взаимосвязи среды обитания и жизнедеятельности организмов он обобщил в «законе общения, или двойственных начал». Рулье один из первых обратил внимание на связь инстинктов, повадок и образа жизни с условиями существования.

Если происхождение природных явлений не связано с жизнедеятельностью ныне живущих организмов, то мы имеем дело с **абиотической**, или неживой средой обитания. Это совокупность абиотических условий обитания организмов.

Это различные физические характеристики климата, химические характеристики воды, почвы, характер субстрата, радиационный фон и т.п.

В другом же случае, когда силы и явления природы обязаны своим происхождением жизнедеятельности организмов, среда обитания носит название **биотической** - живой среды обитания. Это совокупность живых организмов, оказывающих своей жизнедеятельностью влияние на другие организмы.

Несмотря на то, что разнообразие жизненных условий на Земле привело к многочисленному разнообразию сред, в которых могут обитать организмы, все же можно выделить специфические среды, для которых характерны общие черты и признаки. Так, отчетливо различаются **четыре качественно отличные среды обитания для живых организмов:**

- 1) **водная среда;**
- 2) **наземно-воздушная;**
- 3) **почвенная;**

4) **сами живые организмы**, заселенные паразитами, полупаразитами и симбионтами (организмы, существующие совместно и извлекающие пользу от сожительства, например, водоросли или цианобактерии, образующие вместе с грибами единый организм - лишайник).

Первые три разновидности среды обитания составляют абиотическую среду, живые организмы – биотическую среду.

Организмы могут существовать в одной или нескольких средах жизни. Например, рыбы обитают только в воде. Человек, большинство видов птиц, млекопитающих, голосеменные и покрытосеменные растения обитают в наземно-воздушной среде. Многие насекомые и земноводные начинают свой жизненный путь в одной среде, а продолжают его в среде наземно-воздушной (личинки комаров развиваются в воде, взрослые насекомые обитают в наземно-воздушной среде; тритоны, преимущественно водные животные, зимуют на суше). Некоторые насекомые для продолжения рода нуждаются в почвенной и наземно-воздушной средах (майский жук, бронзовка).

ВОДНАЯ СРЕДА

Водная оболочка нашей планеты, совокупность океанов, морей, вод континентов, ледниковых покровов носит название гидросфера. В более широком смысле в состав гидросферы включают также подземные воды, лёд и снег Арктики и Антарктики, а также атмосферную воду и воду, содержащуюся в живых организмах.

У древних материалистов вода считалась одним из трех основных видов материи. По словам В.И.Вернадского: «Подобно природным газам и проникающему биосферу живому веществу, вся природная вода представляет из себя... тесно связанное, неразделимое единое целое. Всякое изменение, где-либо происходящее в природной воде, неизбежно отражается – хотя бы незначительным образом – во всей ее массе...»

Основная масса воды гидросферы сосредоточена в морях и океанах, второе место по объёму водных масс занимают подземные воды, третье — лёд и снег арктических и антарктических областей (табл. 1). Эта жидкая оболочка, покрывающая планету, наиболее отличает Землю от соседних от них планет. Общий объем природных вод составляет примерно 1,39 млрд км³ (1/780 объема планеты). Воды покрывают 71 % поверхности планеты (361 млн км²).

Таблица 1. Структура запасов воды на планете

Источники запасов	Запасы воды, % от ее общего количества
Океаны	97,2
Поверхностные воды:	
пресные озера	0,009
солёные озера и внутренние моря	0,008
русла рек	0,0001
Подземные воды	0,62
Ледники и ледниковые шапки	2,15
Атмосфера	0,001
Итого	100

Вода - составная часть всех элементов биосферы - не только водоемов, но и воздуха, почвы, живых существ. Она является самым распространенным на нашей планете природным соединением: есть и в воздухе, и на Земле, образует моря и океаны. Вода - это источник жизни и первая среда на нашей планете. Без нее невозможно существование ни животных, ни растений, ни человека. Для выживания живого организма ежедневно требуется определенное количество воды, поэтому свободный доступ к воде – жизненная необходимость.

В соответствии с современными гипотезами происхождения жизни принято считать, что эволюционно первичной средой на нашей планете была именно водная среда. Подтверждению этому служит тот факт, что набор химических элементов, а также во многих случаях и количественное соотношение отдельных ионов в тканях живых организмов (у наземных животных и растений), близки к составу морской воды. Содержание солей в крови человека по ряду химических

элементов, таких как Cl, Na, O, Ca, K (поддерживаемое на относительно постоянном уровне), также близко к таковому в океанической воде.

Эта жидкая оболочка, покрывающая планету, наиболее отличает Землю от соседних с ней планет. Земля уникальна не только тем, что имеет так много воды в жидкой фазе, но и решающей ролью воды в формировании особенных черт планеты. Гидросфера важна для развития жизни не только в химическом смысле, велика также ее роль в поддержании относительно неизменного климата, что позволило жизни воспроизводиться в течение более трех миллиардов лет. Поскольку для жизни необходимо, чтобы преобладающие температуры были в диапазоне от 0 до 100 °C, т.е. в пределах, которые позволяют гидросфере оставаться в основном в жидкой фазе, то можно сделать вывод, что температура на Земле на протяжении большей части ее истории отличалась большим постоянством.

Большое значение для формирования климата и других экологических факторов имеет динамика огромной массы океанических вод, которые постоянно находятся в движении под влиянием неодинаковой интенсивности солнечного прогрева поверхности на разных широтах.

Гидросфера служит планетарным аккумулятором неорганического и органического вещества, которое приносится в океан и другие водоемы реками, атмосферными потоками, а также образуется самими водоемами. Вода – великий распределитель тепла на Земле. Нагретая Солнцем у экватора, она переносит тепло гигантскими потоками морских течений в Мировом океане.

Океанические воды играют основную роль в кругообороте воды на планете. Подсчитано, что приблизительно за 2 млн лет вся вода на планете проходит через живые организмы, средняя продолжительность общего цикла обмена воды, привлеченной в биологический кругооборот, составляет 300—400 лет. Приблизительно 37 раз в течение года (то есть каждые десять дней) изменяется вся влага в атмосфере. Испарение с поверхности Мирового океана и с поверхности суши является начальным звеном круговорота вода в природе, обеспечивающим не только возобновление наиболее ценного его компонента – пресных вод суши, но и их высокое качество.

Несмотря на кажущуюся достаточность воды на планете, пресной воды, столь необходимой человеку и многим другим организмам для жизни, катастрофически не хватает. Из всего количества воды в мире (вода, находящаяся во взвешенном состоянии в воздухе, подземные воды, вода морей, океанов, рек, озер) - 97-98% составляет соленая вода морей и океанов. Конечно, использовать эту воду в быту, сельском хозяйстве, промышленности, для производства пищевых продуктов – невозможно. Проблема заключается в том, что лишь 2-3% представляют собой пресную воду, необходимую для жизни. Однако гораздо серьезнее другое: 75% пресной воды на Земле находится в виде льда, значительную ее часть составляют подземные воды и лишь 1% доступен для живых организмов. И эти драгоценные крохи мы нещадно загрязняем и беспечно расходуем, при том, что потребление воды непрерывно возрастает.

Загрязнение гидросферы происходит, прежде всего, в результате сброса в реки, озера и моря промышленных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод.

Пресные воды не только незаменимый питьевой ресурс: орошаемые ими земли дают около 40% общемирового урожая; на ГЭС производится примерно 20% всей электроэнергии; из потребляемой людьми рыбы 12% составляют речные и озерные виды. Однако используют воду слишком интенсивно и нередко бездумно

Пожалуй, главной отличительной особенностью водной среды является ее относительная консервативность. Скажем, амплитуда сезонных или суточных колебаний температуры в водной среде намного меньше, чем в наземно-воздушной. Рельеф дна, различие условий на различных глубинах, наличие коралловых рифов и проч. создают разнообразие условий в водной среде.

ОСОБЕННОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Особенности водной среды проистекают из физико-химических свойств воды. Так, большое экологическое значение имеют высокая плотность и вязкость воды. Удельная масса воды соизмерима с таковой тела живых организмов. Плотность воды примерно в 1000 раз выше плотности воздуха. Поэтому водные организмы (особенно, активно движущиеся) сталкиваются с большой силой гидродинамического сопротивления. Эволюция многих групп водных животных по этой причине шла в направлении формирования формы тела и типов движения, снижающих лобовое сопротивление, что приводит к снижению энергозатрат на плавание. Так, обтекаемая форма тела встречается у представителей различных групп организмов, обитающих в воде, - дельфинов (млекопитающих), костистых и хрящевых рыб.

Вода входит в состав минералов, содержится в клетках растений и животных, влияет на формирование климата, участвует в круговороте веществ в природе, способствует отложению осадочных пород и образованию почвы, является источником получения дешёвой электроэнергии: её используют в промышленности, сельском хозяйстве и для бытовых нужд.

Высокая плотность воды является также причиной того, что механические колебания (вибрации) хорошо распространяются в водной среде. Это имело важное значение в эволюции органов чувств, ориентации в пространстве и коммуникации между водными обитателями. Вчетверо большая, чем в воздухе, скорость звука в водной среде определяет более высокую частоту эхолокационных сигналов.

В связи с высокой плотностью водной среды ее обитатели лишены обязательной связи с субстратом, которая характерна для наземных форм и связана с силами гравитации. Поэтому есть целая группа водных организмов (как растений, так и животных), которые существуют без обязательной связи с дном или другим субстратом. Всю свою жизнь они проводят в плавучем состоянии.

Вода обладает исключительно высокой теплоемкостью. Теплоемкость воды принята за единицу. Теплоемкость песка, например, составляет 0,2, а железа - лишь 0,107 теплоемкости воды. Способность воды накапливать большие запасы тепловой энергии позволяет сглаживать резкие температурные колебания на прибрежных участках Земли в различные времена года и в различную пору суток: вода выступает как бы регулятором температуры на всей нашей планете.

ПРОБЛЕМА НЕХВАТКИ ПРЕСНОЙ ВОДЫ

Гидросфера – это одна из неотъемлемых сред обитания человека. Она поставляет ему питьевую пресную воду, продукты питания, из гидросферы человек черпает воду для полива и орошения земель, на которых выращивается жизненно важный урожай. В современном обществе без воды не может развиваться ни одна отрасль промышленности. Огромное количество пресной воды выпивают современные города.

Проблема нехватки пресной воды возникла из-за нескольких причин. Прежде всего, это увеличение ее расхода для насущных нужд человека. Человечество потребляет огромное количество пресной воды. Основными ее потребителями являются промышленность и сельское хозяйство. Наиболее водоемкие отрасли промышленности - горнодобывающая, сталелитейная, химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и пищевая. На них уходит до 70% всей воды, затрачиваемой в промышленности. Главный же потребитель пресной воды - сельское хозяйство: на его нужды уходит 60-80% всей пресной воды. По данным ученых, сегодня используется 54% доступного стока поверхностных вод, а к 2025 году этот показатель достигнет 70%.

В современных условиях сильно увеличиваются потребности человека в воде на коммунально-бытовые нужды. Объем потребляемой воды для этих целей зависит от региона и уровня жизни, составляет от 3 до 700 л на одного человека. В Москве, например, на каждого жителя приходится около 650 л, что является одним из самых высоких показателей в мире.

Потребление воды год от года растет (население мира ежегодно увеличивается примерно на 90 миллионов). Кроме того, человечество производит огромное количество отходов, загрязняющих источники питьевой воды. Ежегодный объем мировых стоков оценивается в 1,5 тысячи кубических километров, а 1 литр сточных вод делает непригодными для питья 8 литров пресной воды. По прогнозам, к середине века лишь 3-4 страны в мире не будут испытывать острой нехватки пресной воды. Недостаток воды усугубляется ухудшением её качества. Используемые в промышленности, сельском хозяйстве и в быту воды поступают обратно в водоёмы в виде плохо очищенных или вообще неочищенных стоков. На орошение идет до 70% всей используемой воды, однако более половины влаги теряется по пути к полям, просачиваясь в почву или испаряясь.

Американские специалисты из Института мировых ресурсов (Вашингтон) и Университета штата Нью-Гэмпшир (Дарем) исследовали проблемы

водоснабжения в глобальном масштабе. Оказалось, что около 2.3 млрд человек, живущих в бассейнах рек, ежегодно получают менее 1700 м³ воды, причем 1.7 млрд из них испытывают острый дефицит, используя в год менее 1 тыс. м³. Если нынешний характер потребления сохранится, к 2025 г. по меньшей мере 5 млрд человек (к тому времени 48% населения Земли) будут страдать от недостатка воды.

По заключению экспертов ООН, самое высокое качество питьевой воды сегодня в Финляндии, Канаде и Новой Зеландии, самое низкое - в Бельгии, Марокко и Индии. По ее запасам на душу населения лидируют Дания (за счет Гренландии), Французская Гвиана и Исландия. Хуже всего обеспечены пресной водой Кувейт, Сектор Газа (Палестина) и ОАЭ. В развитых странах самая дорогая вода в Германии (почти 2 доллара за кубометр), самая дешевая - в Канаде (\$0,4). Сегодня чистая питьевая вода во многих странах продается в бутылках так же, как минеральная вода, и стоит недешево (в Японии литр натуральной чистой питьевой воды и литр молока имеют одинаковую цену; эксперты в Германии полагают, что вскоре литр натуральной питьевой воды в стране будет стоить столько же, сколько литр рейнского вина).

Значительного количества воды требует производство продовольствия. Кроме того, в громадных количествах промышленность потребляет жизненно необходимую влагу промышленность. Индустриальные страны, пока еще не знающие недостатка в воде, бездумно разработали технологию промышленного производства современных продуктов. Наблюдается постоянный рост водопотребления, как на производственные, так и на бытовые нужды. В среднем в городах с населением 1 млн. человек, по данным США, потребляются 200 л/сутки воды на человека.

На производство одной тонны бумажной массы в настоящее время расходуется триста тысяч литров воды, одной тонны азотных удобрений - шестьсот литров, а на изготовление тонны пластика - свыше миллиона литров! Для выпуска одной тонны стали нужно 200-300 кубометров, резины - до 1,4 тысячи, бумаги - до 1,3 тысячи кубометров воды. Особенно много влаги требует сельское хозяйство. На производство одной тонны хлопка требуется 4-5 тысяч кубометров воды, тонны риса - 8 тысяч, пшеницы - 1,6 тысячи, ржи - 1,2 тысячи, картофеля - до 3 тысяч кубометров воды. Короче говоря, для производства суточной нормы продовольствия на одного человека требуется 6 тонн воды.

Как отмечено в докладе ООН, подготовленном к III Всемирному форуму по водным ресурсам (Киото, 2003), свыше 400 миллионов человек живут в регионах с серьезной нехваткой воды (к 2050 году их число может увеличиться до 2 миллиардов), свыше миллиарда человек не имеют доступа к безопасной питьевой воде, 850 миллионов голодают из-за нехватки воды для полива. Более 2 миллионов человек в год (в основном дети) умирают от болезней, связанных с загрязнением питьевой воды, отсутствием канализации и элементарной гигиены. В развивающихся странах на долю заболеваний, вызванных потреблением воды, непригодной для питья и приготовления пищи, приходится до 75% случаев.

Доступность или недоступность отдельных стран к водным источникам может привести (а иногда уже и приводит) к локальным международным конфликтам. Особо взрывоопасная ситуация сложилась в регионах, бедных водой. В четырех бассейнах (Арал, реки Иордан, Нил, а также Тигр и Евфрат) уже пытались делить воду, угрожая силой. Когда в 1975 году построенная в Сирии с помощью СССР дамба перекрыла Евфрат, Ирак двинул войска к границе, и лишь вмешательство ООН предотвратило войну. В 1990 году Ирак оказался на грани войны с Турцией, когда та уменьшила сток Евфрата. В 1994 году египетские войска вошли в Судан, чтобы обеспечить контроль над Нилом, из которого пьет почти весь Египет. Вскоре Египет и Судан объединились против Эфиопии, решившей увеличить забор воды из Нила. В 2002 году Израиль угрожал применить военную силу против Ливана, если тот построит плотины в верховьях Иордана.

Таким образом, проблема пресной воды для обеспечения населения в настоящее время стоит остро во всех странах мира. В связи с этим решением Генеральной ассамблеи ООН, 2003 год был объявлен Международным годом пресной воды.

НАЗЕМНО-ВОЗДУШНАЯ СРЕДА

Жизнь на суше во многом зависит от состояния воздуха. Естественная смесь газов, сложившаяся в ходе эволюции Земли, - это и есть воздух, которым мы дышим. Причем, следует отметить, что воздух представляет собой смесь газов, а не их соединение. Нужно сказать, что атмосфера Земли совершенно уникальна. Современный состав ее мало похож на тот, который был у газо-пылевого облака, из которого миллиарды лет назад образовалась наша планета.

Воздух как среда жизни обладает особенностями, направляющими эволюционное развитие обитателей этой среды. Так, высокое содержание кислорода определяет возможность формирования высокого уровня энергетического метаболизма (обмена веществ между организмом и средой). Атмосферный воздух отличается низкой и изменчивой влажностью, что ограничило возможности освоения воздушной среды, а у ее обитателей направило эволюцию системы водно-солевого обмена и структуру органов дыхания. Также следует отметить низкую плотность воздуха в атмосфере как среде жизни, благодаря чему жизнь сосредоточена вблизи поверхности земли, проникая в толщу атмосферы на высоту не более 50 – 70 м (кроны деревьев тропических лесов).

Основными компонентами атмосферного воздуха являются азот - N_2 (78,08%), кислород - O_2 (20,9%), аргон - Ar (около 1%) и углекислый газ (0,03%) (табл.2).

Кислород появился на Земле примерно 2 млрд лет тому назад, когда происходило активное формообразование поверхности при активной вулканической деятельности. В настоящее время доля кислорода составляет 21%, и постепенное возрастание этой доли происходило в течение последних 20

млн лет. Главную роль в этом играло развитие растительного мира суши и океана.

Без пищи человек может жить пять недель, без воды - пять дней, без воздуха пять - минут. Избыток же кислорода может угрожать нашему существованию, потому что чистый кислород становится ядом, если дышать им очень долго. К тому же, если бы в атмосфере было слишком много кислорода, то горючие материалы стали бы весьма огнеопасными, и их трудно было бы держать под контролем.

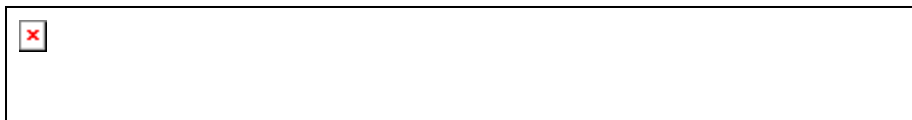
Таблица 2. Газовый состав земной атмосферы

Элементы и газы	Содержание в нижних слоях атмосферы, %	
	по объему	по массе
Азот	78,084	75,5
Кислород	20,946	23,14
Аргон	0,934	1,28
Неон	0,0018	0,0012
Гелий	0,000524	0,00007
Криптон	0,000114	0,0003
Водород	0,00005	0,000005
Углекислый газ (в среднем)	0,034	0,0466
Водяной пар:		
в полярных широтах	0,2	-
у экватора	2,6	-
Озон:		
в тропосфере	0,000001	-
в стратосфере	0,001-0,0001	-
Метан	0,00016	0,00009
Оксид азота	0,000001	0,0000003
Окись углерода	Тысячные доли, в воздухе городов - до 0,000008	0,0000078

Содержание кислорода в воздухе определяет границу распространения жизни для растений и животных. По вертикали это примерно 4000 м.

Как известно, кислород образуется в результате фотосинтеза органических продуктов в растениях и поступает затем в атмосферу. Очень упрощенно этот процесс можно представить как химическую реакцию, протекающую за счет

энергии солнечных лучей при участии хлорофилла – зеленого пигмента растений:



Таким образом, за счет двуокиси углерода и воды синтезируется органическое вещество и выделяется кислород. Прямыми продуктами фотосинтеза являются различные органические соединения. Весь процесс фотосинтеза носит довольно сложный характер.

При дыхании происходит реакция, обратная фотосинтезу. В настоящее время пока наблюдается примерное сохранение равновесия между производством кислорода и его потреблением. Однако интенсивное потребление кислорода промышленностью и транспортом в последнее время вызывает опасение нарушить баланс кислорода в окружающей среде.

Основными частями атмосферы являются:

Тропосфера – до высоты 8 – 17 км. (в зависимости от широты); в ней сосредоточен весь водяной пар и 4/5 массы атмосферы и развиваются все явления погоды.

Стратосфера – слой над тропосферой до высоты около 40 км. Характеризуется почти полной неизменностью температуры по высоте. Отделяется от тропосферы переходным слоем – тропопаузой, толщиной около 1 км. В верхней части стратосферы наблюдается максимальная концентрация озона, поглощающего большое число ультрафиолетовой радиации Солнца и предохраняющего живую природу Земли от её вредного воздействия.

Мезосфера – слой между 40 и 80 км; в нижней его половине температура растет от +20 до +30 градусов, в верхней – падает почти до –100 градусов.

Термосфера (ионосфера) – слой между 80 и 800 – 1000 км, обладающий повышенной ионизацией молекул газа (под воздействием беспрепятственно проникающей космической радиации). Изменения состояния ионосферы сказываются на земном магнетизме, порождают явления магнитных бурь, влияют на отражение и поглощение радиоволн; в ней возникают полярные сияния. В ионосфере различают несколько слоев (областей) с максимальной ионизацией.

Экзосфера (сфера рассеяния) – слой выше 800 – 1000 км, из которого молекулы газов рассеиваются в космическое пространство.

Атмосфера предохраняет Землю от метеоритной бомбардировки. Большинство метеоритов никогда не достигает земной поверхности, потому что они сгорают при вхождении в атмосферу с огромной скоростью, создавая при этом иллюзию падающих звезд. Ежегодно на Землю выпадает около 6 миллионов тонн космической пыли. Около 5 раз в год в атмосфере сгорают обломки метеоритов, комет и астероидов, мощность которых при встрече с Землей превысила бы мощность хиросимской бомбы. Представьте себе, что бы случилось, если бы вся эта метеоритная масса достигала поверхности Земли?

Кроме того, атмосфера также способствует сохранению тепла на планете, которое в противном случае рассеивалось бы в холоде космического пространства. Сама же атмосфера благодаря силам притяжения Земли не улетучивается.

Атмосфера не только поддерживает жизнь, она служит также защитным экраном. На высоте 20-25 километров от поверхности Земли находится защитный озоновый экран (слой), задерживающий губительную для всего живого ультрафиолетовую радиацию. Не будь этого озонового слоя, такое излучение могло бы уничтожить жизнь на Земле. К сожалению, в 80-90-е годы нашего века наблюдается негативная тенденция истончения и разрушения озонового экрана.

ПОЧВЕННАЯ СРЕДА

Почва - это рыхлый поверхностный слой земной коры, преобразованный в процессе выветривания и населенный живыми организмами. Как плодородный слой, почва обеспечивает существование растений.

Если задать вопрос, что такое почва: это живая субстанция или нет, то ответ получить трудно, поскольку почва объединяет в себе свойства как живого образования, так и неживого. Недаром В.И.Вернадский относил почву к так называемому биокосному телу. По его определению почва – это неживое, косное вещество, переработанное деятельностью живых организмов. Она сочетает в себе свойства живой и неживой материи. Ее плодородие объясняется присутствием обогащенных биогенных веществ. Почва служит основой сельского хозяйства всех стран.

Растения получают воду и питательные вещества из почвы. Листья и ветки, отмирая, возвращаются в почву, где они разлагаются, высвобождая содержащиеся в них минеральные вещества.

Почва состоит из твердой, жидкой, газообразной и живой частей. Твердая часть - это минеральные и органические частицы. Они составляют от 80-98 % почвенной массы и состоят из песка, глины, илистых частиц, оставшихся от материнской породы в результате почвообразовательного процесса. Соотношение этих частиц характеризует механический состав почвы.

Жидкая часть почвы, или почвенный раствор, - вода с растворенными в ней органическими и минеральными соединениями. Воды в почве содержится от долей процента до 40-60 %. Жидкая часть участвует в снабжении растений водой и растворенными элементами питания.

Газообразная часть, почвенный воздух, заполняет поры, незанятые водой. Почвенный воздух содержит больше углекислого газа и меньше кислорода, чем атмосферный воздух, а также метан, летучие органические соединения и др.

Живая часть почвы состоит из почвенных микроорганизмов, представителей беспозвоночных (простейших, червей, моллюсков, насекомых и их личинок), роющих позвоночных. Они обитают в основном в верхних слоях почвы, около корней растений, где добывают себе пищу. Некоторые почвенные

организмы могут жить только на корнях. В поверхностных слоях почвы обитает множество организмов-разрушителей - бактерий и грибов, мельчайших членистоногих и червей, термитов и многоножек. На гектар плодородного слоя почвы (толщиной 15 см) приходится около 5 тонн грибов и бактерий.

Среди животных биосферы наибольшей биомассой обладают обитатели почвы. Если в среднем биомасса почвенной фауны составляет 0,3 т/га, то на площади в 80 млн. км² почвенного покрова Земли (без пустынь) она составляет 2,5 млрд тонн. Деятельность почвенной фауны — педофауны — состоит в разложении спада до органических соединений (например, дождевыми червями). Затем эти соединения подхватываются почвенными грибами и бактериями (сапрофитами), составляющими почвенную флору, и доводятся до минеральных соединений, вновь идущих «в корм» продуцентам. При биохимическом превращении мертвых органических остатков среди прочих газообразных продуктов выделяется масса углекислого газа. 40—70% его, используемого в фотосинтезе, обеспечиваются «дыханием почвы», а остальной приносится с перемещающимися воздушными массами.

Общая масса беспозвоночных почвы может составлять до 50 ц/га. Под травостоем, смягчающим погодные условия, их в 2,5 раза больше, чем в пашне. Дождевые черви ежегодно пропускают через себя 8,5 т/га органики (служашей исходным продуктом для гумуса), и их биомасса обратно пропорциональна степени «нашего насилия» над почвой. Так что распашка дерновины не всегда повышает продуктивность пахоты по сравнению с пастбищами и сенокосами.

Ученые из Нижегородского госуниверситета установили, что не только дождевые черви, но и муравьи (в частности, представители рода Ласиус (*Lasius*)) активно участвуют в процессе образования почвы.

Интересно, что на разных почвах муравьи ведут себя по-разному. На суглинках беспозвоночные копошатся преимущественно в холмиках, а вот на песчаных роют больше в глубину. В том и другом случае, считают ученые, улучшается водно-воздушный режим почвы и механический состав ее частиц, а также несколько снижается кислотность. На суглинках мелкие землекопы выносят на поверхность илистые частицы и глину, поэтому в почве муравьиных холмиков возрастает содержание подвижных форм калия, фосфора, кальция и магния.

Благодаря большому количеству различных живых существ, перерабатывающих в почве остатки растительности и животных, формирующих ее структуру и продуктивность, почва является образованием, в котором непрерывно протекает множество физических процессов, реакций химического разложения и синтеза. Верхний слой почвы улучшается благодаря тому, что черви и насекомые, прорывая в нем ходы, постоянно выносят на поверхность частицы подпочвы.

Многие авторы отмечают промежуточность положения почвенной среды жизни между водной и наземно-воздушной средами. В почве возможно обитание организмов, обладающих как водным, так и воздушным типом дыхания. Вертикальный градиент проникновения света в почве еще более выражен, чем в

воде. Микроорганизмы встречаются по всей толще почвы, а растения (в первую очередь, корневые системы) связаны с наружными горизонтами.

Роль почвы многообразна: с одной стороны, это важный участник всех природных круговоротов, с другой - основа для производства биомассы. Для получения растительной и животной продукции человечество использует около 10% суши под пашню и около 20% - под пастбища. Это та часть земной поверхности, которую, как полагают специалисты, уже не удастся увеличить, несмотря на необходимость производства все большего количества продовольствия в связи с ростом народонаселения.

По механическому составу (по размеру почвенных частиц) различают почвы: песчаные, супесчаные (супеси), суглинистые (суглинки), глинистые. По генезису почвы делятся на дерново-подзолистые, серые лесные, черноземные, каштановые, бурые и др.

Разновидностей почв несколько тысяч, и это требует исключительной грамотности при их использовании. Копая землю, можно заметить, что цвет почвы и ее структура меняются с глубиной от темного гумусного слоя к светлому песчаному или глинистому. Самым важным является гумусный слой, содержащий остатки растительности и определяющий плодородие почвы. В наиболее богатых гумусом черноземах толщина этого слоя достигает 1-1,5 м, иногда до 3-4 м, в бедных - около 10 см.

На почвенный покров Земли в настоящее время оказывается значительное воздействие со стороны человека (антропогенное влияние). В первую очередь это проявляется в накоплении в почвах разного рода продуктов деятельности человека.

К отрицательному техногенному фактору можно отнести и чрезмерную увлеченность минеральными удобрениями и ядохимикатами. Широкое использование минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве порождает ряд проблем. Ядохимикаты подавляют биологическую активность почвы, уничтожают микроорганизмы, червей, уменьшают естественное плодородие почвы.

Почва - главный фундамент жизни. Это колоссальное природное богатство, обеспечивающее человека продуктами питания, животных - кормами, а промышленность сырьем. Все живое на земле зависит от этого тонкого, драгоценного жизнеродящего слоя земной поверхности. Земля накапливала его многие тысячелетия с очень медленной скоростью: один сантиметр чернозема за 100, а иногда и за 300 лет. Человек же разрушает почву на глубину один сантиметр за три года, к тому же теряя еще большие площади из-за засоления, перевыпасов, роста городов, отравляя землю химикатами. За время только одного дождя с распаханного поля может быть смыт слой плодородной почвы толщиной от 5 до 10 см. А ведь ни в одной лаборатории и никаким путем, кроме природного, естественного, почву создать нельзя.

Охрана почв от человека является одной из важнейших задач человека, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попа Во-первых, происходит постоянное вымывание загрязнений в открытые водоемы и

грунтовые воды, которые могут использоваться человеком для питья и других нужд.

Во-вторых, эти загрязнения из почвенной влаги, грунтовых вод и открытых водоемов попадают в организмы животных и растений, употребляющих эту воду, а затем по пищевым цепочкам опять-таки попадают в организм человека.

В-третьих, многие вредные для человеческого организма соединения имеют способность аккумулироваться в тканях, и, прежде всего, в костях.

ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ

Живые организмы могут также служить средой обитания - для паразитов и симбионтов (симбиоз – совместное, взаимовыгодное сожительство организмов). Например, человеческий организм является средой обитания для огромного числа различных симбионтов (прежде всего, нормальной микрофлоры кишечника), а нередко - и паразитов (разнообразных плоских и круглых червей, простейших).

Использование одних организмов другими в качестве среды обитания – явление древнее и широко распространенное в природе. Существование внутриклеточных паразитов отмечено у большого числа одноклеточных форм – водорослей, амёб, инфузорий и др. Практически нет ни одного вида многоклеточных организмов, не имеющих внутренних обитателей. Усложнение организации организма-хозяина ведет к разнообразию предоставляемых им условий для существования паразитов. В природе в качестве паразитов чаще всего встречаются микроорганизмы и примитивные многоклеточные, поскольку способность одних организмов использовать другие как среду обитания уменьшается с усложнением организации первых.

Паразитизм - это форма взаимоотношений между организмами разных видов, которые носят антагонистический характер. **Паразитом называется организм, использующий другой организм (хозяин) в качестве источника пищи и среды обитания.** Паразит живет за счет особей другого вида и тесно связан с ним в своем жизненном цикле. Паразиты питаются соками тела, тканями или переваренной пищей своих хозяев. При этом паразит не умервщает своего хозяина, поскольку в противном случае он лишился бы источника существования.

Паразиты, питающиеся телом хозяина и обитающие на его поверхности, носят название **эктопаразитов**. Это блохи, вши, клещи, различные виды тлей. Паразиты, живущие во внутренних тканях, полостях и клетках хозяина, носят название **эндопаразитов**. Это различные вирусы, бактерии, гельминты и др.

Паразитизм известен на всех уровнях организации живого, начиная вирусами и кончая высшими растениями и многоклеточными животными. Можно сказать, что паразитизм - явление всеобщее и довольно распространенное. Почти все живые существа могут подвергаться нападению паразитов. Организмы, которые не поражены какими-либо паразитами - являются большой редкостью. Даже человек является средой обитания для

многих паразитов. Паразиты представлены во всех группах растений и животных, однако чем ниже на эволюционной лестнице находится данная группа, тем больше она включает видов-паразитов. К примеру, плоские черви, нематоды и некоторые членистоногие почти целиком состоят из паразитических форм.

В ходе эволюции отношения между паразитом и хозяином из сугубо антагонистических могут перерасти в нейтральные, а порой даже и во взаимопользные. К примеру, жгутиконосцы трипаномы, обитая в крови млекопитающих Африки, не приносят существенного вреда животным. Однако же, человек, будучи зараженным этими паразитами, может погибнуть из-за развития так называемой сонной болезни.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАРАЗИТОВ

Паразиты пользуются особыми экологическими преимуществами в жизненных условиях по сравнению с другими животными. Прежде всего, главное их преимущество – обильное снабжение пищей за счет содержимого клеток, соков и тканей хозяина. Быстрый рост паразитов обеспечивается обильной и легкодоступной пищей.

Еще одно преимущество – защищенность паразитов от воздействия факторов среды и других организмов. Колебания условий внешней среды не сказывается на жизнедеятельности паразитов. Паразиты защищены от врагов. Все это приводит к потере паразитами целых систем органов. У многих паразитов отсутствует пищеварительная система, редуцирована нервная.

Наконец, паразитам присуща громадная плодовитость по сравнению со свободно живущими формами. Такая особенность этих организмов получила название «закон большого числа яиц». Например, человеческая аскарида продуцирует в среднем 250 тыс. яиц за сутки, а за всю жизнь – свыше 50 млн. Масса яиц, отложенных одной самкой аскариды за год, в 1700 раз превышает ее собственную массу.

При выходе из хозяина во внешнюю среду у паразитов развиваются защитные приспособления, позволяющие им пережить этот критический период. Яйца их покрываются многослойными оболочками, многие образуют цисты, ряд личинок нематод впадает в анабиоз.

Пути проникновения паразита в организм хозяина многообразны. Они могут попадать в пищеварительный тракт с пищей, могут активно внедряться через кожный покров, передаваться при посредстве переносчиков и т.п.

Например, личинки ланцетовидной печеночной двуустки проникают в нервную систему муравьев и, путем сложных манипуляций, заставляют насекомых вскарабкиваться на стебли травы. Тем самым паразит получает отличный шанс попасть в организм овцы или другого травоядного животного, в печени которых он размножается.

Все паразиты для обеспечения выживания своего вида должны переходить от хозяина к хозяину. Одни паразиты выработали довольно простой цикл

воспроизведения. К примеру, многим бактериям, которые являются причиной таких болезней, как скарлатина, пневмония, дифтерия, достаточно попасть на поверхность тела хозяина или на некоторые его железы внешней секреции. Другие паразиты выработали довольно сложные циклы развития. К примеру, в кишечнике лисицы обитает ленточный червь, откладывающий там крошечные яйца. Вместе с экскрементами животного яйца попадают на землю или траву. Чтобы снова попасть в кишечник лисицы, на помощь паразиту приходят промежуточные хозяева. Зайцы, поедая траву, захватывают яйца червя. В его организме они превращаются в личинки и застревают там до поры до времени в виде цисты - покоящейся стадии. Теперь все зависит от сноровки и прыткости лисицы, которая охотится за зайцем. Если ей удастся поймать его, цисты в ее кишечнике превратятся во взрослого червя и жизненный цикл паразита начнется сначала.

Большинство болезней человека сегодня - это болезни цивилизации. Они проникали и проникают в самые отдаленные уголки земного шара вместе с развитием цивилизации. Особенно опасны новые болезни для сравнительно небольших замкнутых экосистем островов. Туземцы многих плотно заселенных островов Тихого океана до появления европейцев были необыкновенно здоровыми, так как у них выработался стойкий иммунитет к местным заболеваниям. Однако они оказались совершенно беззащитными против болезней, принесенных на их острова белыми. То же касается и различных групп туземцев, обитающих в тропических лесах Африки и Южной Америки. Полукочевые племена охотников и собирателей обычно мало подвержены таким местным болезням как малярия. А вот обыкновенные грипп, корь, свинка, краснуха являются причиной повышенной смертности, поскольку у аборигенов нет против них врожденной сопротивляемости. Туземцы уединенного острова Пасхи страдают от вспышек гриппа, возникающего регулярно через 1-2 месяца после посещения острова чилийским инспекционным судном.

Среди растений и грибов также известно много паразитических видов. Одни растения-паразиты содержат хлорофилл и могут вырабатывать органические вещества, т.е. являются, собственно говоря, полупаразитами. Это паразитирующая на березах, осинах, ивах, дубах, соснах омела, которую часто можно встретить в белорусских лесах. Фотосинтез она осуществляет сама, а воду и минеральные соли добывает из ветвей растений, на которых живет, пуская вглубь древесных тканей особые присоски. К полупаразитам относится также луговое растение погребок. Под землей его корни паразитируют на корнях других растений. Иногда он настолько спешит, что присасывается к корням своих собратьев - таких же погребков. Но обычно погребок паразитирует на корнях других растений. Чаще всего это злаки, но могут быть и другие зеленые растения.

Из типичных растительных паразитов можно указать растения, обитающие в наших лесах: петров крест, подбельник обыкновенный, гнездовка настоящая и другие виды растений.

Много внутриклеточных паразитов среди низших грибов - это различные виды ржавчинных, головневых, мучнисторосяных грибов.

В ходе эволюции между паразитами и их хозяевами выработались специфические взаимоотношения. Прежде всего, агрессивная изощренность паразитов постоянно наталкивалась на оборонительную изобретательность хозяев. Это заставляло последних постоянно прибегать к поиску новых разнообразных стратегий самообороны, в противном случае, им грозило вымирание. По мнению биологов, соревнование за выживание между паразитами и их хозяевами имеет глубокий биологический смысл, поскольку в противостоянии паразитам у животных и растений возникали все новые генные вариации, что в конечном счете со временем приводило к возникновению новых видов.

Живые организмы зачастую энергично реагируют и успешно противостоят воздействию со стороны паразитов. Такое сопротивление паразитам получило название активного иммунитета. Например, в крови хозяина вырабатываются специфические белковые вещества, антитела, подавляющие действие паразитов. Зачастую организм хозяина реагирует на проникновение паразита разрастанием окружающих его тканей. Образуются своеобразные капсулы, изолирующие паразита. Такие образования у животных получили название зооцецидии, а у растений – галлы.

В свою очередь, паразиты часто демонстрируют удивительную изобретательность, чтобы преодолеть биохимические барьеры организма-хозяина и создать благоприятные условия для проживания своего потомства в теле жертвы. Например, личинки ланцетовидной печеночной двуустки – плоского червя из класса трематод - активно размножаются в печени овцы или другого травоядного животного. Для продолжения рода они всего лишь должны каким-то образом попасть в организм хозяина. Используют они для этого таких переносчиков, как трудолюбивые муравьи. Проникая в тело муравья, они внедряются в его нервную систему и, манипулируя ею, заставляют насекомое вскарабкиваться на стебли травы и намертво вгрызаться в них. Казалось бы, для муравьев это совершенно бессмысленное занятие. Но не для двуусток. У них появляется шанс попасть в организм овцы вместе с поедаемыми ею растениями.

При исследовании явления паразитизма было установлено, что некоторые насекомые откладывают свои яйца либо в тело других насекомых, либо на их поверхность. Развиваясь, они убивают своих хозяев, нисколько не заботясь о судьбе последних. Такие организмы, ведущие паразитический образ жизни на личиночной (неполовозрелой) стадии и убивающие своего хозяина, называются **паразитоидами**. Личинки паразитоидов, вылупившиеся из яиц, развиваются внутри или на теле хозяина, который обычно не достиг взрослого состояния. Считается, что к паразитоидам относится около 25% всех обитающих на земле видов. К паразитоидам относятся так называемые наездники из отряда перепончатокрылых. Именно им посвятил следующие стихотворные строки Эразм Дарвин, дед великого эволюциониста.

Наездник окрыленный, чтоб запас

Питательный потомству предоставить,
Спешит, вонзая жало много раз,
Им гусениц побольше пробуравить;
Найдя в приемной матери приют,
Личинки плоть ее живую жрут...

Наездники развиваются за счет других насекомых, реже паукообразных. Взрослые самки с помощью яйцеклада, сидя на жертве верхом (отсюда название) заражают свою жертву, причем иногда предварительно парализуя хозяина. Наиболее богато видами паразитоидов семейство ихневмонид. Его представители постоянно рыщут по лесу в поисках гусениц, а найдя, набрасываются на них и откладывают в их тело одно или несколько яиц. Последняя операция происходит незаметно для жертвы - ничего не подозревающая гусеница продолжает заниматься своими делами. Вскоре из каждого яйца выводится около тридцати личинок, которые начинают питаться внутренними органами гусеницы. Достигнув определенной стадии развития, личинки, образуя коконы на спине и по бокам жертвы, из них и покидают хозяина, оставляя его в плачевном состоянии.

Таким образом, паразитоид, в отличие от паразита, который старается большей частью не убивать своего хозяина, вызывает неизбежную гибель своей жертвы, так как по мере развития личинка паразитоида съедает его целиком.

Краткое резюме

Средой обитания называется пространство, в котором протекает жизнедеятельность живых организмов. Если происхождение среды обитания не связано с жизнедеятельностью организмов, мы имеем дело с неживой, или абиотической средой. В противном случае среда обитания называется живой, или биотической. Различают четыре типа сред обитания на планете: водная, наземно-воздушная, почвенная и сами живые организмы.

Вопросы для повторения

1. Что такое среда обитания, дайте определение.
2. Чем отличается абиотическая среда обитания от биотической?
3. Перечислите основные среды обитания на нашей планете.
4. Дайте характеристику водной, наземно-воздушной и почвенной сред жизни.
5. Каково значение атмосферы, как оболочки Земли?
6. Какое значение принимают живые организмы в образовании почвенного покрова?
7. Что такое паразитизм, и каково его значение в системе экологических взаимоотношений?
8. Чем паразиты отличаются от паразитоидов?

Темы для докладов на семинарах

1. Общее понятие о среде обитания, как целостной систем жизненно важных условий.
2. Физико-химические особенности наземно-воздушной, водной и почвенной сред жизни.
3. Характеристика наземно-воздушной среды.
4. Живые организмы, как среда обитания.
5. Значение паразитизма в экологических отношениях между живыми организмами.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Маврищев В.В. Основы экологии. Учебник. – Мн, 2003.
Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. – М., 1986.
Риклефс Р. Основы общей экологии. – М., 1989.
Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб., 1997.
Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн.пособие для студ. биол.спец. пед.ин-тов. - М., 1988.
Шилов И.А. Экология: Учеб.пособие для биол. и мед. спец. вузов. - М., 1997.

Дополнительная

- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. Ростов на Дону, 1996.
Лосев К.С. Вода. - Л., 1989.
Маврищев В.В. Основы общей экологии/ Учебное пособие для студентов небиологических специальностей вузов. – Мн., 2000.
Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.
Маглыш С.С. Общая экология: Учеб. пособие. - Гродно, 2001.
Общая экология: Учебник для вузов. – М., 2000.
Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
Розанов С.И. Общая экология. – СПб., 2001.
Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана

природы. - Киев, 1987.

Чистик О.В. Экология. – Учеб. пособие. - 2-е изд. - Мн., 2001.

ЛЕКЦИЯ 3

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ И АДАПТАЦИИ К НИМ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

План лекции:

1. Понятие об экологических факторах и их классификация
2. Абиотические факторы:
 - климатические
 - эдафические (факторы почвенной среды)
 - орографические
 - гидрографические
 - химические
 - пирогенные
3. Биотические факторы:
 - фитогенные
 - зоогенные
4. Антропогенные факторы
5. Истребление человеком диких видов
6. Понятие лимитирующих факторов
7. Адаптации организмов к факторам среды
8. Биологические ритмы и фотопериодизм
9. Жизненные формы организмов
10. Классификация жизненных форм

ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Отдельные компоненты среды обитания, воздействующие на живые организмы, на которые они реагируют приспособительными реакциями (адаптациями), называются факторами среды, или экологическими факторами. Иначе говоря, комплекс окружающих условий, влияющих на жизнедеятельность организмов, носит название **экологических факторов среды**.

Все многообразие экологических факторов делится на две большие группы. Одна группа включает компоненты и явления неживой природы, прямо или

косвенно воздействующие на живые организмы. Такие проявления свойств неживой природы называются **абиотическими факторами**. Среди множества абиотических факторов главную роль играют климатические, эдафические (почвенные), орографические (рельеф), гидрографические (водная среда), химические, пирогенные (Табл. 3).

Однако не только окружающая среда влияет на рост и развитие организмов. Сами живые организмы находятся в постоянных взаимоотношениях между собой. Совокупность таких взаимоотношений, взаимовлияний одних организмов на жизнедеятельность других, а также на среду их обитания, носит название **биотических факторов**. Биотические факторы подразделяются соответственно на факторы фитогенные (от греч. «фитон» - растение) – воздействие растений друг на друга и окружающую среду и зоогенные (от греч. «зоон» - животное) – воздействие животных друг на друга и на среду обитания. Действие биотических факторов может быть не только непосредственным, но и косвенным, выражаясь в корректировке абиотических факторов, например, изменение состава почвы, микроклимата под пологом леса и т.п.

Воздействие человека на окружающую среду стало мощной преобразующей силой и достигло глобального размаха. Человек видоизменяет живую и неживую природу, и берет на себя в известном смысле геохимическую роль (например, извлекает из недр Земли полезные ископаемые, такие как уголь и нефть, т.е. законсервированный углерод, и преобразует его в углекислый газ, изменяя тем самым газовый баланс биосферы). Интенсивное влияние человека (непосредственно) или человеческой деятельности (опосредованно) на окружающую среду и живые организмы. носят название **антропогенные факторы** (от греч. «антропос» - человек). К таким факторам относятся все формы деятельности человека и человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания и других видов и непосредственно сказываются на их жизни. Каждый живой организм испытывает влияние неживой природы, организмов других видов, в том числе и человека, и, в свою очередь, оказывает воздействие на каждую из этих составляющих.

Таблица 3. Классификация экологических факторов среды

Абиотические факторы	Биотические факторы
<p>Климатические: солнечная радиация, свет и световой режим, температура, влажность, атмосферные осадки, ветер, атмосферное давление и др.</p> <p>Эдафические: механическая структура и химический состав почвы, влагоемкость, водный, воздушный и тепловой режим почвы,</p>	<p>Фитогенные: влияние растений друг на друга и на окружающую среду.</p> <p>Зоогенные: влияние животных друг на друга и на окружающую среду.</p>

<p>кислотность, влажность, газовый состав, уровень грунтовых вод и др.</p> <p>Орографические: рельеф, экспозиция склона, крутизна склона, перепад высот, высота над уровнем моря.</p> <p>Гидрографические: факторы водной среды - прозрачность воды, текучесть, проточность, температура, кислотность, газовый состав, содержание минеральных и органических веществ и т.п.</p> <p>Химические: газовый состав атмосферы, солевой состав воды.</p> <p>Пирогенные: воздействие огня</p>	
---	--

Воздействия, оказываемые человеком на природную среду, создают для одних видов благоприятные условия для размножения и развития, для других — неблагоприятные.

Влияние антропогенных факторов в природе может быть как сознательным, так и случайным, или неосознанным. Человек, распахивая целинные и залежные земли, создает сельскохозяйственные угодья, выводит высокопродуктивные и устойчивые к заболеваниям формы, расселяет одни виды и уничтожает другие. Эти воздействия часто носят отрицательный характер, например, необдуманное расселение многих животных, растений, микроорганизмов, хищническое уничтожение целого ряда видов, загрязнение среды и др.

К случайным относятся воздействия, происходящие в природе под влиянием человеческой деятельности, но не были заранее предусмотрены и запланированы им, и таких примеров немало: распространение различных вредителей, паразитов, случайный завоз различных организмов с грузом, непредвиденные последствия, вызванные сознательными действиями в природе, например, нежелательные явления, вызванные осушением болот, постройкой плотин, распашкой целины и др.

Таким образом, все экологические факторы делятся на следующие группы:

- абиотические – влияние элементов неживой природы;
- биотические – влияние живых организмов;
- антропогенные – влияние человека.

Воздействие экологических факторов может быть как прямым, так и опосредованным. Например, влияние температуры, солнечной радиации на живые существа чаще всего рассматривается как прямое воздействие факторов. В то же время в природе немаловажную роль играют факторы, непосредственно не действующие на организмы, но тем не менее оказывающие значительное влияние на их жизнедеятельность.

Биотические факторы среды проявляются через взаимоотношения организмов, входящих в одно сообщество. В природе многие виды тесно взаимосвязаны, и их отношения друг к другу как к компонентам окружающей среды могут носить чрезвычайно сложный характер. Что касается связей между сообществом и окружающей неорганической средой, то они всегда являются двусторонними, обоюдными. Так, характер леса зависит от соответствующего типа почв, но сама почва того или иного типа формируется в значительной мере под влиянием леса. Подобно этому, температура, влажность и освещенность в лесу определяются растительностью, но сформировавшиеся в результате климатические условия в свою очередь влияют на сообщество обитающих здесь организмов.

Экологические факторы имеют разную природу и специфику действия. Они действуют на организм различно: каждый фактор неодинаково влияет на разные функции организма.

АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Климатические

Свет относится к основным факторам внешней среды. Прежде всего, и это самое главное, без света невозможна фотосинтетическая деятельность растений, а без последней немыслима жизнь вообще, поскольку зеленые растения имеют способность продуцировать необходимый для жизни живых существ кислород. Кроме того, свет является единственным источником тепла на планете Земля.

Свет оказывает непосредственное воздействие на химические и физические процессы, происходящие в организмах. Он влияет на весь ход обмена веществ в них. Многие морфологические и поведенческие характеристики связаны с воздействием света на организмы. Деятельность некоторых внутренних органов животных тесно связана с освещением. Поведение животных, например, сезонные перелеты, кладка яиц, ухаживание за самками, весенний гон связаны с продолжительностью светового дня.

Однако есть и другие аспекты воздействия света на живые организмы. Необходимость света для растений существенно влияет на структуру сообществ. Распространение водных растений, океанических животных и планктона ограничено областью проникновения солнечных лучей.

В экологии под термином «свет» подразумевается весь диапазон солнечного излучения, достигающего земной поверхности. Спектр распределения энергии излучения Солнца за пределами земной атмосферы показывает, что около половины солнечной энергии излучается в инфракрасной области, 40 % - в видимой и 10 % - в ультрафиолетовой и рентгеновской областях.

Для живого вещества важны качественные признаки света - длина волны, интенсивность и продолжительность воздействия. Излучение, воспринимаемое нашим глазом, - это лишь часть спектра электромагнитных колебаний. Эта область охватывает диапазон волн длиной 0,39-0,76 мкм*. Электромагнитные волны большей длины лежат в инфракрасной области спектра (0,76-4,0 мкм).

Они воспринимаются человеком как тепло. Более короткие - ультрафиолетовые волны ($<0,4$ мкм) наши органы чувств (также как и многих высших животных) непосредственно не воспринимают. Тем не менее, именно ультрафиолетовые лучи с длиной $0,25-0,30$ мкм способствует образованию витамина Д в животных организмах. При длине волны $0,326$ мкм в коже человека образуется защитный пигмент. Другие живые существа, в частности насекомые, наоборот, воспринимают инфракрасные и ультрафиолетовые излучения, недоступные человеку.

Различают ближнее ультрафиолетовое излучение ($400-200$ нм) и дальнее, или вакуумное ($200-10$ нм). С уменьшением коэффициент поглощения ультрафиолетового излучения большинства прозрачных тел растет, и прозрачных тел практически нет, в то время как коэффициент отражения материалов падает. Источники ультрафиолетового излучения — высокотемпературная плазма, ускоренные электроны, некоторые лазеры, Солнце, звезды и др.; приемники — фотоматериалы, различные детекторы ионизирующих излучений. Биологическое действие ультрафиолетового излучения обусловлено химическими изменениями поглощающих их молекул живых клеток, главным образом, молекул нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) и белков, и выражается в нарушениях деления, возникновении мутаций и в гибели клеток.

Солнце отстает от нашей планеты на 150 миллионов километров – по космическим меркам это совсем немного. Получается, что почти по соседству с нами, klokoчет громадный термоядерный реактор, в котором постоянно бушуют тысячи Хиросим, щедро рассылая во все стороны свет, тепло, рентгеновские и гамма-лучи.

Часть солнечных лучей, преодолев огромное расстояние, достигает поверхности Земли, освещает и обогревает ее. Подсчитано, что на нашу планеты поступает около одной двухмиллиардной части солнечной энергии, а из этого количества лишь $0,1-0,2\%$ используется зелеными растениями на создание органического вещества. Достигающая Земли одна двухмиллиардная часть солнечного излучения, соответствует тому, что каждому квадратному метру планеты достается от светила в среднем по $1,3$ кВт энергии. Ее хватило бы для работы электрического чайника или утюга.

Условия освещения играют исключительную роль в жизни растений: от интенсивности солнечного освещения зависит продуктивность, производительность растений. Однако световой режим на Земле довольно разнообразен. В лесу он иной, чем на лугу. Освещение в лиственном и темнохвойном еловом лесу заметно различается. Таких примеров можно привести множество. Свет управляет ростом растений: они растут в направлении большей освещенности. Их чувствительность к свету столь велика, что побеги некоторых растений, в течение дня содержащиеся в темноте, реагируют на вспышку света, длящуюся всего две тысячных доли секунды.

Все растения по отношению к свету можно разделить на следующие группы:

■ растения светолюбивые - **гелиофиты** (от греч. «гелиос» - солнце и фитон - растение);

* 1 мкм (микрометр) равен 0,001 мм.

■ растения теневые - **сциофиты** (от греч. «сциа» - тень, и «фитон» - растение);

■ растения теневыносливые – **факультативные гелиофиты**.

Гелиофиты (светолюбивые растения) либо совсем не переносят, либо плохо переносят даже незначительное затенение. К этой группе относятся степные и луговые злаки, растения тундр, ранневесенние растения, большинство культурных растений открытого грунта, многие сорняки. Из видов этой группы можно отметить подорожник обыкновенный, иван-чай, вейник тростниковидный и др.

Теневые растения (сциофиты) – не выносят сильного освещения и живут в постоянной тени под пологом леса. Это главным образом лесные травы. При резком освещении лесного полога они приходят в угнетенное состояние и нередко погибают, но многие перестраивают фотосинтетический аппарат и приспосабливаются к жизни в новых условиях.

Теневыносливые растения способны развиваться как при очень большом, так и при малом количестве света. В качестве примера таких растений можно указать некоторые деревья: ель обыкновенную, клен остролистный, граб обыкновенный; кустарники - лещину, боярышник; травы – землянику, герань полевою; многие комнатные растения.

Важным абиотическим фактором является **температура**. Любой организм способен жить в пределах определенного диапазона температур. Область распространения живого в основном ограничена областью чуть ниже 0°C и до 50°C.

Основным источником тепла, как и света, является солнечное излучение. Организм может выживать только в условиях, к которым приспособлен его метаболизм (обмен веществ). Если температура живой клетки падает ниже точки замерзания, клетка обычно физически повреждается и гибнет в результате образования кристаллов льда. Если же температура слишком высока, происходит так называемая денатурация белков. Именно это происходит при варке куриного яйца.

Большинство организмов способно в той или иной мере контролировать температуру своего тела с помощью различных ответных реакций. У подавляющего числа живых существ температура тела может изменяться в зависимости от температуры окружающей среды. Такие организмы не способны регулировать свою собственную температуру и называются **пойкилотермными** (от греч. «poikiloi» — различный, переменный и «therme» — жар). Их активность в основном зависит от тепла, поступающего извне. Температура тела пойкилотермных организмов связана со значениями температуры окружающей среды. Пойкилотермия (холоднокровность) свойственна таким

группам организмов как растения, микроорганизмы, беспозвоночные, рыбы, рептилии и др.

Значительно меньшее количество живых существ способно к активному регулированию температуры тела. Это представители двух высших классов позвоночных - птицы и млекопитающие. Вырабатываемое ими тепло является продуктом биохимических реакций и служит существенным источником повышения температуры тела. Такая температура поддерживается на постоянном уровне независимо от температуры окружающей среды. Организмы, способные поддерживать постоянную оптимальную температуру тела независимо от температуры среды, называются **гомойотермные** (от греч. «homoios» — равный и «therme» — жар). За счет этого свойства многие виды животных способны жить и размножаться при температуре ниже нуля (северный олень, белый медведь, ластоногие, пингвины). Поддержание постоянной температуры своего тела обеспечивается пойкилотермными животными (теплокровными) такими приспособлениями к условиям существования, как хорошая тепловая изоляция, создаваемая шерстяным покровом, плотное оперение, подкожные воздушные полости, толстый слой жировой ткани и т.п.

Частный случай гомойотермии - **гетеротермия**. Разный уровень температуры тела у гетеротермных организмов зависит от их функциональной активности. В период активности они обладают постоянной температурой тела, а в период отдыха или зимней спячки она значительно понижается. Гетеротермность характерна для сусликов, сурков, барсуков, летучих мышей, ежей, медведей, колибри и др.

Условия увлажнения играют особую роль в жизнедеятельности живых организмов. **Вода** - основа живой материи. Для громадного числа живых организмов вода является одним из главных экологических факторов. Исключительная значимость воды состоит в том, что она является основным условием существования всего живого на Земле. Все жизненные процессы в клетках живых организмов протекают в водной среде.

Вода химически не изменяется под действием большинства технических соединений, которые растворяет. Это очень важно для всех живых организмов на нашей планете, поскольку необходимые их тканям питательные вещества поступают в водных растворах в сравнительно мало измененном виде. В природных условиях вода всегда содержит то или иное количество примесей, взаимодействия не только с твердыми и жидкими веществами, но растворяя также и газы.

Уникальные свойства воды определяют особую ее миссию в формировании лика планеты Земля, ее физической и химической среды, а также в появлении и поддержании удивительного явления - жизни.

Эмбрион человека состоит на 97% из воды, а у новорожденных ее количество составляет 77% массы. К 50 годам количество воды в теле человека уменьшается и составляет уже 60% от его массы. Основная часть воды — 70% - сосредоточена внутри клеток, а 30% - это межклеточная вода.

Мышцы человека состоят из воды на 75%, печень - на 70%, мозг - на 79%, почки - на 83%.

Для поддержания водного баланса медики рекомендуют выпивать в сутки два литра воды. При этом считается все: соки, кисели, супы, компоты и т.п. Еда на самом деле состоит в основном из воды. Даже в засушенной корочке черного хлеба ее около пяти процентов, в молоке - 87, в помидорах - 85, в мясе - 50-70%.

Суточная же потребность в воде составляет для взрослого человека 9-10 литров, то есть около 15 процентов веса тела. Это не означает, что здоровый человек должен пить каждый день по ведру воды. Дело в том, что 7-8 литров наши ткани создают сами. Эта так называемая эндогенная жидкость рождается в организме при сжигании питательных веществ кислородом, строительстве новых молекул, их переделке. И эту воду непрерывно «выпивают» ткани. Перераспределение ее идет через желудочно-кишечный тракт. Например, человек 1,5 литра воды глотает со слюной, столько же дает желудок в виде желудочного сока, 3 литра соков выделяет кишечник, 0,7 литра - поджелудочная железа и 0,5 литра образуется желчи.

Больше всего воды в сутки из наземных животных нужно слону - около 90 литров, причем для нормальной жизнедеятельности он должен пить ежедневно. Может, потому и стали слоны одним из лучших «гидрогеологов» среди зверей и птиц? Водоемы они чувствуют на расстоянии до 5 километров! Только бизоны чуют еще дальше - на 7-8 километров. В засушливое время слоны роют бивнями в руслах опустевших рек ямы, куда собирается вода. Буйволы, носороги и другие африканские животные охотно пользуются слоновьими колодцами. Задними лапами роют колодцы и кенгуру. Глубина таких углублений достигает до метра.

Но что делать, если воды в округе почти нет? Чтобы удовлетворить жажду, гиены иногда едят дыни, арбузы, другие овощи. Горный кенгуру (валлару) обдирает кору деревьев и слизывает проступающий сок. Сурок, жираф, коала, некоторые антилопы и многие другие обитатели саванн и пустынь живут без водопоя многие недели, но при условии, что они получают влагу с сочной зеленью. Верблюду же обходиться безо всякой воды помогает жир в горбах. При окислении 100 граммов жира в организме образуется 107 граммов воды.

Первый признак того, что организму не хватает воды - усталость. При потере всего 5% из положенного организму количества жидкости пульс тут же учащается, а температура повышается. Если воду заменить на чай, кофе, вино, то эффект будет обратный. Все это мочегонное, поэтому жидкости в таких случаях теряется гораздо больше, чем выпивается. Если обезвоживание произойдет на 20 %, то надо срочно пить воду.

Тела животных содержат, как правило, не менее 50% воды. Упомянутый великан из мира животных - слон - на 70% состоит из воды; столько же ее в теле утки-кряквы; гусеницы, поедающие листья растений, состоят из воды на 85-90%; у медуз воды более 98. Сочные плоды растений также содержат большое количество воды: в картофеле ее 80%, в помидоре - 95%.

Организмы теряют воду прежде всего в процессе метаболизма; теряется она и при испарении с поверхности тела. Для поддержания жизнедеятельности

животным приходится восполнять недостаток воды. Вода и растворенные в ней соли проникают в тела животных различными путями. Животные, обитающие в водной среде, получают ее через наружные покровы. Насекомые, моллюски, черви, амфибии адсорбируют влагу из воздуха. Поэтому лягушке пить совсем не обязательно. Для многих животных основной источник воды – пища. Бабочки питаются главным образом жидким кормом, комары довольствуются каплями росы.

Количество воды, которое может потерять живой организм без ущерба для себя, колеблется в широких пределах. Для млекопитающих эти величины составляют 10-15% от их веса. Исключением среди млекопитающих являются верблюды, который способен возместить потерю воды в количестве до 30% веса (выпивая сразу 10-15 ведер воды верблюд в четверть часа восстанавливает свой прежний вид), и домовая мышь, выдерживающая потерю до 40% воды.

Среди других животных, к примеру, дождевой червь может терять даже 43 процента воды, и, хотя после этого он становится неподвижным и жизнь словно замирает в нем, его можно возродить. Чемпион же обезвоживания - африканская двоякодышащая рыба протоптерус. К концу спячки, которую она проводит в иле, в ней остается 10 процентов начального веса, и похудение идет в основном за счет потери воды.

Современное распространение жизни на Земле напрямую связано с осадками. Влажность в разных точках земного шара неодинакова. Больше всего осадков выпадает в экваториальной зоне и особенно много в верхнем течении реки Амазонки и на островах Малайского архипелага. Количество их в отдельных районах достигает 12 000 мм в год. Так, на Кауаи, одном из Гавайских островов, в районе горы Вай-але-але от 335 до 350 дней в году выпадают дожди, отчего это место является самым влажным местом на Земле. Среднегодовое количество осадков здесь достигает 11455 мм. Для сравнения в тундре и пустынях выпадает менее 250 мм осадков в год. Как видим, разница значительная.

Атмосферные осадки в любой форме (дождь, туман, снег, иней и т.д.) создают приток воды в почву, через нее к растениям, а от них к травоядным животным. Различные типы осадков в разных местах могут отличаться по воздействию на водный баланс территории. Например, в лесах побережий и в пустынях очень важный вклад в общее количество осадкой вносят роса и приземный туман. Отмечено, что на Западном побережье США туман за год дает в два-три раза больше воды, чем ее выпадает с осадками.

Животные по-разному относятся к влаге. Вода как физико-химическое тело оказывает непрерывное воздействие на жизнь гидробионтов (водных организмов). Она не только удовлетворяет физиологические потребности организмов, но и служит им опорой, доставляет кислород и пищу и уносит метаболиты, переносит половые продукты и самих гидробионтов. Благодаря подвижности воды в гидросфере возможно существование прикрепленных животных, которых, как известно, нет на суше. Поэтому свойства воды - важнейший фактор абиотической среды водного населения.

Отличаются потребности в воде и в мире растений. Известно, что одни растения предпочитают влажную среду - окраины озер, болота, другие прекрасно чувствуют себя при значительном недостатке влаги и способны произрастать чуть ли не на голом песке. Такое отношение растительных организмов к воде выработалось у них за время длительного эволюционного процесса.

Эдафические (факторы почвенной среды)

Вся совокупность физических и химических свойств почвы, оказывающих экологическое воздействие на живые организмы относится к **эдафическим факторам** (от греч. эдафос - основание, земля, почва). К основным эдафическим факторам относятся механический состав (размер ее частиц), относительная рыхлость, структура, водопроницаемость, аэрируемость, химический состав самой почвы и циркулирующих в ней веществ (газов, воды).

Характер гранулометрического состава почвы может иметь экологическое значение для животных, которые по крайней мере в какой-то период своей жизни обитают в почве или ведут роющий образ жизни. Личинки насекомых, как правило, не могут жить в слишком каменистой почве; роющие перепончатокрылые, откладывающие свои яйца в подземных ходах, многие саранчевые, зарывающие яйцевые коконы в землю, нуждаются в том, чтобы она была достаточно рыхлой.

Важной характеристикой почвы является ее кислотность. Из школьного курса химии хорошо известно, что кислотность среды, определяемая водородным показателем (рН), является величиной, характеризующей концентрацию ионов водорода в растворе, и численно равна отрицательному десятичному логарифму этой концентрации: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$. Водные растворы могут иметь рН от 0 до 14. Нейтральные растворы имеют рН 7, кислая среда характеризуется значениями рН меньше 7, а щелочная - больше 7. Кислотность может служить индикатором скорости общего метаболизма сообщества. Если рН почвенного раствора слишком низка, то в ней содержится мало биогенных элементов, поэтому продуктивность такой почвы крайне мала.

По отношению к плодородию почвы (валовому составу химических элементов) различают следующие экологические группы растений:

■ **олиготрофы** (от греч. олигос – небольшой и трофе – питание) – растения бедных, малоплодородных почв (сосна обыкновенная);

■ **мезотрофы** (от греч. мезос – средний) – растения с умеренной потребностью к питательным веществам – большинство наших лесных растений;

■ **эвтрофы** (от греч. эу – хорошо) – растения, требовательные к содержанию большого количества питательных веществ в почве (дуб, лещина, сныть).

Орографические

На распространение организмов по земной поверхности определенную роль оказывают такие факторы, как особенности элементов рельефа, высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склонов. Они объединяются в группу

орографических факторов (от греч. «орос» – гора и «графия» – пишу). Влияние орографии тесно связано с другими абиотическими факторами, и может сильно сказываться на местном климате и развитии почвы.

Одним из главных орографических факторов является высота над уровнем моря. С высотой снижаются средние температуры, увеличивается суточный перепад температур, возрастают количество осадков, скорость ветра и интенсивность радиации, понижаются атмосферное давление и концентрации газов. Все эти факторы влияют на растения и животных, обуславливая вертикальную зональность.

Характерный пример – вертикальная зональность в горах. Подъем в гору часто напоминает путешествие от экватора к полюсу. Здесь с поднятием на каждые 100 м температура воздуха понижается в среднем на $0,55^{\circ}\text{C}$. Одновременно с этим изменяется влажность, сокращается длительность вегетационного периода. С увеличением высоты местообитания существенно изменяется развитие растений и животных. У подножия гор могут находиться тропические моря, а на вершине – дуть арктические ветры. С одной стороны гор может быть солнечно и тепло, с другой – влажно и холодно.

Еще один орографический фактор - экспозиция склона. На северных склонах растения образуют теневые формы, на южных – световые. Растительность представлена здесь главным образом засухоустойчивыми кустарниками. Склоны, обращенные на юг, получают больше солнечного света, поэтому интенсивность света и температура здесь выше, чем на дне долин и на склонах северной экспозиции. С этим связаны существенные различия в прогревании воздуха и почвы, скорости таяния снега, иссушения почвы.

Важным фактором рельефа является также крутизна склона. Влияние этого показателя на условия жизни организмов сказываются главным образом через особенности почвенной среды, водного и температурного режимов. Для крутых склонов характерны быстрый дренаж и смывание почв, поэтому здесь почвы маломощные и более сухие. Если уклон превышает 35° , почва и растительность обычно не образуются, а создаются осыпи из рыхлого материала.

Гидрографические

Гидрографические факторы объединяют такие характеристики водной среды, как плотность воды, скорость горизонтальных перемещений (течение), количество растворенного в воде кислорода, содержание взвешенных частиц, проточность, температурный и световой режимы водоемов и т.п.

Организмы, обитающие в водной среде, получили название **гидробионты**.

Разные организмы по-своему приспособились к плотности воды. Многие обитатели морей и океанов приурочены к определенным глубинам. Причем, некоторые виды могут переносить давление от нескольких до сотен атмосфер. Многие рыбы, головоногие моллюски, ракообразные, морские звезды и проживают в условиях больших глубин при давлении около 400-500 атм.

Обладая большей выталкивающей силой, чем воздух, вода благодаря силе тяжести ограничивает максимальные размеры водных организмов в меньшей

степени, чем наземных. Самые крупные наземные животные не идут ни в какое сравнение с такими гигантами водной среды, как киты, достигающими в длину 30 м и массы более 100 т. Для сравнения: у крупного слона масса всего 7 т.

Плотность воды обеспечивает существование в водной среде многих бесскелетных форм. Это мелкие ракообразные, медузы, одноклеточные водоросли, килевогие и крыловогие моллюски и др.

Жизнедеятельность гидробионтов во многом зависит от количества растворенного в воде кислорода. Когда вода в природных водоемах хорошо перемешивается, в ней растворяется максимальное количество кислорода. Такое состояние называется *насыщающей концентрацией*.

Высокая удельная теплоемкость воды и ее высокая теплопроводность определяют более устойчивый температурный режим водоемов, нежели суши. Амплитуда годовых колебаний температуры составляет не более 10-15 °С. В континентальных водоемах она составляет 30-35 °С. В самих же водоемах существует значительное разнообразие температурных условий между верхними и нижними слоями воды. В глубоких слоях водной толщи (в морях и океанах) температурный режим характеризуется устойчивостью (3-4 °С).

Важным гидрографическим фактором является световой режим водоемов. С глубиной наблюдается быстрое убывание количества света. Поэтому в Мировом океане водоросли обитают только в освещенной зоне (чаще всего на глубинах от 20 до 40 м). Плотность морских организмов (их количество на единицу площади или объема) закономерно убывает с глубиной.

Химические

Химические факторы проявляются в виде воздействия различных химических загрязнителей на живые организмы. На качество окружающей среды большое влияние оказывает ее химическое загрязнение, что в значительной степени связано с современным антропогенным воздействием (влияние человека на окружающую среду). Действие химических факторов проявляется в виде проникновения в окружающую среду химических веществ, отсутствующих в ней раньше. Часто химическое загрязнение изменяет естественную концентрацию уже присутствовавших веществ до уровня превышающего обычную норму. В табл. 4 представлены десять наиболее опасных загрязнителей биосферы.

Таблица 4. Десять основных загрязнителей биосферы

1. (по данным ЮНЕСКО) Диоксид углерода	Образуется при сгорании всех видов топлива. Увеличение его содержания в атмосфере приводит к повышению её температуры, что чревато пагубными геохимическими и экологическими последствиями.
2. Оксид	Образуется при неполном сгорании топлива. Может

углерода	нарушить тепловой баланс верхней атмосферы.
3. Сернистый газ	Содержится в дымах промышленных предприятий. Вызывает обострение респираторных заболеваний, наносит вред растениям. Разъедает известняк и некоторые камни.
3. Оксиды азота	Создают смог и вызывают респираторные заболевания и бронхит у новорождённых. Способствует чрезмерному разрастанию водной растительности.
4. Фосфаты	Содержатся в удобрениях. Главный загрязнитель вод в реках и озёрах.
5. Ртуть	Один из опасных загрязнителей пищевых продуктов, особенно морского происхождения. Накапливается в организме и вредно действует на нервную систему.
6. Свинец	Добавляется в бензин. Действует на ферментные системы и обмен веществ в живых клетках.
7. Нефть	Приводит к пагубным экологическим последствиям, вызывает гибель планктонных организмов, рыбы, морских птиц и млекопитающих.
8. ДДТ и другие пестициды	Очень токсичны для ракообразных. Убивают рыбу и организмы, служащие кормом для рыб. Многие являются канцерогенами.
9. Радиация	В превышенно допустимых дозах приводит к злокачественным новообразованиям и генетическим мутациям.

Такой химический фактор, как газовый состав чрезвычайно важен для организмов, обитающих в водной среде. Например, в воде Черного моря очень много сероводорода, что делает этот бассейн не очень благоприятным для жизни в нем многих организмов. Что касается наземных организмов, то они малочувствительны к газовому составу атмосферы, поскольку он постоянен.

Группа химических факторов включает и такой показатель, как солёность воды (содержание растворимых солей в природных водах). По количеству растворённых солей природные воды делятся на следующие категории: пресная вода - до 0,54 г/л, солоноватая - от 1 до 3, слабосоленая - от 3 до 10, солёная и очень солёная вода - от 10 до 50, рассол - более 50 г/л. Таким образом, пресных водоёмов суши (ручьях, реках, озерах) в 1 кг воды содержится до 1 г растворимых солей. Морская вода - сложный солевой раствор, средняя солёность которого составляет 35 г в 1 кг воды, т.е. 3,5%.

Живые организмы, обитающие в водной среде, приспособлены к строго определенной солёности воды. Пресноводные формы не могут обитать в морях, морские - не переносят опреснения. Если солёность воды изменяется, животные перемещаются в поисках благоприятной среды. Например, при

опреснении поверхностных слоев моря после сильных дождей некоторые виды морских рачков спускаются на глубину до 10 м.

Личинки устриц обитают в солоноватых водах небольших заливов и эстуариев (полузамкнутые прибрежные водоемы, свободно сообщающиеся с океаном или морем). Личинки растут особенно быстро, когда соленость воды составляет 1,5-1,8‰ (нечто среднее между пресной и соленой водой). При более высоком содержании солей их рост слегка подавляется. При снижении содержания солей рост подавляется уже заметно, а затем начинается гибель личинок. При солености 0,25‰ рост прекращается и все личинки гибнут за 1 неделю.

Соленость очень важна также в водной среде. Например, из числа водных животных наибольшее число видов обитает в соленых водах (морских и океанических), меньшее — в пресной воде и еще меньшее — в солоноватой воде. Способность поддерживать солевой состав внутренней среды влияет на распространение водных животных. Существенную роль для жизни организмов, особенно растений, играет значение pH. Одни растения способны жить в кислой среде, другие — в щелочной, причем изменения в концентрации водородных ионов очень губительны для них. В среде, pH которой составляет 0, жизни почти нет. При таком pH растут лишь отдельные виды микроскопических грибов и водорослей.

Пирогенные

Отдельной группой среди абиотических факторов выделяются факторы воздействия огня, или пожары — **пирогенные факторы**. В настоящее время пожары рассматриваются как весьма значимый и один из естественных абиотических экологических факторов. При правильном использовании огонь может стать очень ценным экологическим инструментом.

Без пожаров саванна, например, быстро бы исчезла и покрылась густым лесом. Но этого не происходит, поскольку в огне гибнут нежные побеги деревьев. На первый взгляд огонь несет смерть растениям и пожары являются негативным фактором. Но на деле это не так. Поскольку деревья растут медленно, немногим из них удастся выдержать пожары и вырасти достаточно высоко. Трава же растет быстро и также быстро восстанавливается после пожаров.

Следует отметить, что в отличие от других экологических факторов, человек может регулировать пожары, в связи с чем они могут быть определенным ограничивающим фактором при распространении растений и животных. Контролируемые людьми пожары способствуют образованию богатой, полезной веществами золы. Смешиваясь с почвой, она стимулирует рост растений, от количества которых зависит жизнь животных.

Кроме того, многие обитатели саванн, например африканские аисты и птица-секретарь, используют пожары в своих целях. Они посещают границы естественных или контролируемых пожаров, и поедают там насекомых и грызунов, которые в панике убегают от огня.

Возникновению пожаров могут способствовать как естественные факторы (удар молнии), так и случайные и неслучайные действия человека. Различают два типа пожаров. Наиболее трудно поддаются сдерживанию и регулированию пожары верховые. Чаще всего они весьма интенсивны и разрушают всю растительность и органику почвы. Такие пожары оказывают ограничивающее воздействие на многие организмы.

Низовые пожары, наоборот, обладают избирательным действием: для одних организмов они оказываются более губительными, для других – менее, и таким образом способствуют развитию организмов с высокой устойчивостью к пожарам. Кроме того, небольшие низовые пожары дополняют действие бактерий, разлагая умершие растения и ускоряя превращение минеральных элементов питания в форму, пригодную для использования новыми поколениями растений. В местообитаниях с малоплодородной почвой пожары способствуют обогащению ее зольными элементами и питательными веществами.

При достаточной влажности (прерии Северной Америки) пожары стимулируют рост трав за счет деревьев. Особенно важную регулирующую роль пожары играют в степях и саваннах. Здесь периодические пожары уменьшают вероятность вторжения пустынных кустарников.

Следует отметить, что по своей неосторожности человек нередко бывает причиной увеличения частоты диких пожаров, поэтому необходимо активно бороться за пожарную безопасность в лесах и зонах отдыха. Частное лицо ни в коем случае не имеет права намеренно или случайно вызывать пожар в природе. Вместе с тем необходимо знать, что использование огня специально обученными людьми является частью правильного землепользования.

БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Выделяют две группы биотических факторов: фитогенные и зоогенные.

Фитогенные

К **фитогенным** относят факторы воздействия (влияния) растений друг на друга и окружающую среду. Формы взаимоотношений между растениями многообразны. Среди них можно выделить следующие группы:

- прямые (контактные) механические – охлестывание ветвями, эпифитизм, давление и сцепление стволов и корней;
- физиологические – симбиоз, паразитизм и полупаразитизм, срастание корней;
- косвенные трансбиотические – через животных и микроорганизмы;
- косвенные трансабиотические – средообразующие влияния, конкуренции, аллелопатия (химические взаимовлияния между растениями).

Примером **прямых** взаимодействий является повреждение ели и сосны в смешанных лесах от охлестывающего действия березы. Раскачиваясь от ветра,

тонкие и хлесткие ветви березы ранят кору и хвою ели, сбивают мягкие молодые иглы.

К **физиологическим контактам** относятся такие взаимоотношения между растениями как паразитизм, симбиоз, срастание корней и др.

Наиболее характерный пример прямых физиологических воздействий одного растения на другое – паразитизм. Например, повилика, питающаяся соками клевера или крапивы, угнетает и заметно задерживает их рост. К тому же, опутывая растения, повилика не дает им распрямиться.

К физиологическим контактам можно отнести и симбиоз между растениями – их взаимовыгодное сожительство. Примером может служить взаимодействия между клубеньковыми бактериями-азотфиксаторами и большинство растений семейства бобовых. Бактерии из рода *Rhizobium*, живущие в клубеньках на корнях бобовых (клевер, фасоль, соя, люпин). Обеспечиваются пищей (сахара) и местообитанием, а растения получают от них взамен доступную форму азота.

Физиологическими контактами следует считать и такой процесс в мире растений, как опыление с помощью ветра – анемофилия. В данном случае контактирующие между собой растения могут находиться на значительном расстоянии друг от друга.

Нередки в природе **косвенные трансбиотические взаимоотношения** между растениями. Посредником здесь являются животные и микроорганизмы. Всем хорошо известное оплвление растений насекомыми получило название энтомофилии. Насекомые, участвующие в опылении, переносят пыльцу от одного растения к другому, осуществляя контакты между ними. В процессе опыления могут участвовать также и птицы. Такой процесс называется орнитофилия, который особенно распространен в тропических и субтропических областях южного полушария. Известно около 2000 птиц, которые опыляют цветки в поисках нектара или при ловле насекомых, ищущих убежище в их венчиках.

В косвенных трансбиотических взаимоотношениях часто участвуют микроорганизмы. Например, корневая система многих деревьев (дуба, березы, ели) сильно изменяет окружающую почвенную среду (состав, рыхлость, кислотность), что создает благоприятные условия для поселения там различных бактерий, которые питаются выделениями корней дуба и органическими остатками.

Косвенные трансбиотические взаимоотношения между растениями выражаются в изменении растениями окружающей среды. Примером может служить взаимовлияние растений через изменение факторов микроклимата (ослабление солнечной радиации при затенении почвы, перехват осадков кронами деревьев и др.). Так, ель, затеняя почву, вытесняет из-под своего полога светолюбивые виды, формируя среду для поселения теневых и тенеустойчивых видов.

Еще один путь взаимовлияния растений – взаимодействие между ними посредством различных химических выделений. Растения в результате жизнедеятельности выделяют в окружающую среду различные химические

вещества, воздействие которых по разному сказываются на другие растения. Такие химические взаимовлияния получили название **аллелопатии** (от греч. «аллелон» – взаимный и «патос» – страдание).

Интересный пример аллелопатии – воздействие некоторых интродуцированных растений (привнесенных в данную местность из других местообитаний) на местную растительность.

Так, папоротник орляк способен выделять токсины, которые губительно действуют на другие растения. Вероятно, эта способность помогла орляку распространиться во многих странах, где он стал настоящим сорняком, например, в Великобритании, некоторых районах США и Канады, в Новой Зеландии, Коста-Рике и некоторых африканских странах.

Другой пример — ястребинка волосистая (семейство сложноцветных), которая была завезена в Новую Зеландию. Теперь этот вид широко расселяется на пастбищах, угнетая местные виды. Было, что в ее листьях содержатся вещества, способные подавлять прорастания семян и рост проростков клевера белого и ежи сборной.

Приведенные примеры показывают, насколько разнообразны те экологические последствия, которые обусловлены выделяемыми высшими растениями аллелопатическими агентами.

Зоогенные

Зоогенные факторы – это воздействие животных друг на друга и на окружающую среду. К зоогенным факторам также относится потребление животными растительной пищи. Такие животные носят название **фитофаги** (от греч. фитон – растение и фагос – пожирающий). Фитофагами могут быть крупные животные (лоси, олени, косули, кабаны), мелкие зверьки (зайцы, белки, мышевидные грызуны), разнообразные птицы (рябчик, тетерев, глухарь), многочисленные представители насекомых-вредителей и др.

Контактируя с растениями или употребляя их в пищу, животные способствуют распространению их семян. В одних случаях семена и плоды распространяются путем случайного прикрепления к животным (к шерсти, перьям, лапам, клювам и т.п.). Нередко распространение семян связано с поеданием животными плодов. Животные, воздействуя на растения, наносят им серьезные повреждения. Лоси и олени, помимо обдирания коры на деревьях, уничтожают молодую древесную поросль, объедая верхушки кустарников и древесного подроста. Бобры, питаясь древесиной осины, довольно быстро изреживают ее насаждения. Глухари, ощипывая хвою и почки сосны и ели, тем самым замедляют их рост.

К зоогенным факторам относится воздействие насекомых на листовую поверхность древесных пород и травянистых растений. Насекомые (тли, клопы) не только высасывают у растений питательные вещества, но и переносят возбудителей их заболеваний.

Много вреда растениям наносят землерои (кроты, суслики). Они поедают не только надземные части растений, но и клубни, луковицы, корневища.

Воздействие животных на растения довольно многообразны и сказываются на регулировании численности видов в природных сообществах.

Действие зоогенных факторов непосредственно в среде животных (воздействие животных друг на друга) проявляется главным образом в виде паразитизма, хищничества и конкуренции.

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ

Наиболее значимая и действенная в настоящее время группа факторов, интенсивно изменяющая окружающую среду, связана непосредственно с разносторонней деятельностью человека. Название ее происходит от греческого «Anthropos», что и означает – человек. Помните чеховского человека в футляре – Беликова: «О, как звучен, как прекрасен греческий язык! – говорил он со сладким выражением; и, как бы в доказательство своих слов, прищуря глаз и подняв палец, произносил: - Антропос!»

Развитие человека на планете всегда было связано с изменениями окружающей среды, но сегодня этот процесс значительно ускорился под влиянием целого ряда антропогенных факторов.

К антропогенным факторам относится любое воздействие человека на окружающую среду (как непосредственное, так и опосредованное). Это то воздействие, которое оказывает человек своей деятельностью на организмы, биогеоценозы, ландшафты, биосферу.

Среди множества антропогенных факторов можно выделить следующие их группы по направленности действия фактора:

- изменение структуры земной поверхности;
- изменение состава биосферы, круговорота и баланса входящего в нее вещества;
- изменение энергетического и теплового баланса отдельных участков и регионов;
- изменения, вносимые в биоту (исторически сложившийся комплекс живых организмов какой-либо территории).

Переделывая природу и приспособлявая её к своим потребностям, человек изменяет среду обитания животных и растений, влияя тем самым на их жизнь. Воздействие может быть косвенным и прямым. **Косвенное воздействие** осуществляется путём изменения ландшафтов, климата, физического состояния и химизма атмосферы и водоёмов, строения поверхности земли, почв, растительности и животного населения. Человек сознательно и бессознательно истребляет или вытесняет одни виды растений и животных, распространяет другие или создаёт для них благоприятные условия. Для культурных растений и домашних животных человек создал в значительной степени новую среду, многократно увеличив продуктивность освоенных земель. Но это исключило возможность существования многих диких видов.

Прямое воздействие направлено непосредственно на живые организмы. Например, нерациональное рыболовство и охота резко сократили численность

ряда видов. Нарастающая сила и убыстряющиеся темпы изменения природы человеком вызывают необходимость её охраны.

Влияние антропогенного фактора постепенно усиливалось, начиная от эпохи собирательства (где оно мало чем отличалось от влияния животных) до наших дней, эпохи научно-технического прогресса и демографического взрыва. В процессе своей деятельности человек создал большое количество самых разнообразных сортов растений и пород животных, существенным образом преобразовывал естественные природные комплексы. Изменения, производимые человеком в природной среде, создают для одних видов благоприятные условия для размножения и развития, для других — неблагоприятные.

Человек, распахивая целинные и залежные земли, создает сельскохозяйственные угодья (агроценозы, агроэкосистемы), выводит высокопродуктивные и устойчивые к заболеваниям формы, расселяет одни и уничтожает другие виды. Эти воздействия часто являются положительными, но нередко носят отрицательный характер, например, необдуманное расселение многих животных, растений, микроорганизмов, хищническое уничтожение целого ряда видов, загрязнение среды и др.

К **случайным** относятся воздействия, происходящие в природе под влиянием человеческой деятельности, но не были заранее предусмотрены и запланированы им, и таких примеров немало: распространение различных вредителей, паразитов, случайный завоз различных организмов с грузом, непредвиденные последствия, вызванные сознательными действиями в природе, например, нежелательные явления, вызванные осушением болот, постройкой плотин, распашкой целины и др.

Справедливости ради, следует сказать, что многие виды животных и растений исчезали с лица Земли и без вмешательства человека. Каждый вид, как и отдельный организм, имеет свою юность, расцвет и старость, и вымирание — процесс естественный. Но в природе оно идет медленно, и обычно уходящие виды успевают смениться новыми, более приспособленными к условиям обитания. Человек же умудрился ускорить процесс вымирания до таких темпов, что эволюция уступила место революционным необратимым преобразованиям экосистем.

ИСТРЕБЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКОМ ДИКИХ ВИДОВ

Для иллюстрации того, как человек сознательно истреблял дикие виды, приведем только два примера, но весьма поучительных.

Первый такой пример - это планомерное уничтожение морской или стеллеровой коровы - *Rhytina borealis Stelleri*, некогда обитавших в северных морях.

Когда 20 июля 1741 года у небольшого лесистого острова возле берегов Аляски бросил якорь российский пакетбот «Святой Петр». Российской экспедицией командовал капитан-командор Витус Беринг. В ее составе числился Георг Стеллер - немец, принятый в 1737 году на службу в

Петербургскую академию наук. Он был определен адъюнктом натуральной истории «обыскание американских берегов».

На обратном пути от американских берегов Стеллер наблюдал в океане странное животное. Оно плавало и ныряло около судна, иногда приближаясь настолько, что до него можно было дотронуться. Временами животное высывалось из воды и подолгу оставалось в вертикальном положении. Тело его было длинное, округлое, к хвосту утолщающееся. Голова со стоячими острыми ушами походила на собачью. На верхней и нижней губе животного красовалась пышная борода с усами. Глаза его были большие, а кожа казалась покрытой густыми волосами, на спине серого, на брюхе рыжевато-белого цвета. Стеллер назвал это животное морской обезьяной. Он хотел ее изловить, но мореплавателям было уже не до того. Люди еле держались на ногах от цинги и недоедания. 6 ноября «Святой Петр» потерпел крушение у острова, названного именем скончавшегося там через месяц командора. Спасшиеся высадились на остров Беринга в единственной оставшейся после кораблекрушения шлюпке. Возглавил экспедицию после смерти Беринга лейтенант флота Свен Ваксель. Его записки о вынужденной зимовке на острове Беринга — печальный пролог к истории о том, как доверчивость морских коров определила их судьбу.

Когда кончился провиант, моряки решили изловить необычное животное, и попробовать его мясо. Сделать это было проще простого. Морские коровы питались исключительно водорослями и поэтому постоянно держались у берега. В краю непуганных зверей гигантские животные (вес их достигал 3,5 т), доверчиво подплывали к людям, за что многие из них и поплатились жизнью. Мясом одной взрослой морской коровы можно было две недели кормить почти пятьдесят человек. Каждому дозволено было готовить и есть это мясо, сколько и когда он пожелает. Отмечено было также, что если положить мясо морской коровы на несколько дней в соль, то оно по сравнению с мясом совершенно свежим становилось еще гораздо слаще и приятнее на вкус. Покидая остров Беринга, команда засолила предварительно несколько бочек мяса морской коровы впрок в качестве путевого довольствия. Возвращение же на Камчатку, вопреки ожиданиям, длилось столь недолго, что бочки эти остались почти нетронутыми, и моряки долго еще потом угощали всех мясом «неведомого зверя».

Описание морской коровы, впервые опубликованное в 1751 году на латинском языке уже после смерти Стеллера, позднее почти полностью было пересказано Степаном Крашенинниковым в его «Описании Земли Камчатки».

После открытия острова Беринга и соседствующего с ним острова Медный на Командорские острова ежегодно устремлялись огромные толпы «промышленных людей», которых прежде всего манило туда, конечно же, не мясо морских коров, а дорогие меха морских выдр — каланов. Их было там тогда, пожалуй, не меньше, чем голубых песцов... Заглядывали на острова и те, чей путь лежал дальше, к берегам Русской Аляски. И те и другие здесь зимовали и запасались мясом морских коров.

Один из очевидцев избиения ни в чем не повинных животных писал, что охотники «...тем коровьим табунам, подле берега в море обретающимся чинят сугубую трату и гибель, так что из них раненые коровы уходят в море и тамо, когда от ран обессилеют, тогда морем на берег не скоро мясо их выметывает и чрез долгое время после колотья каждая корова, если распластанная, искисает и к пище негодная бывает. И так оный промысел коров немногочисленством, хотя и много колют, да к рукам их ни одна свежая корова не приходит, и затем они претерпевают разный голод, а коровьим табунам чинят искоренение, которое подлинно считаться может без сомнения...»

Ни научная экспедиция, побывавшая на Командорах в 1773 году, ни зимовавшие там десятилетиями позже, уже не встретили в прибрежных водах этих островов ни одной «капустницы» — так иногда именовали тогда морских коров камчатские «промышленные люди». Всего только 27 лет потребовалось людям, чтобы было убито последнее животное.

Второй пример — это, казалось бы, невероятная трагическая история целенаправленного истребления одного из видов птиц, обитавших в Северной Америке — от Мексики до Канады. Это, пожалуй, наиболее яркий пример того, как человек, к которому, в данном случае, никак не подходит эпитет «разумный», может быстро и легко уничтожить то, что природа создавала на протяжении миллионов лет. Речь идет о странствующем голубе. Его научное название — *Ectopistes migratorius*. По систематическому положению он близок к нашим лесным голубям и горлицам. Это была птица размером с вяхиря, с изящным обтекаемым телом, длинным, сужающимся к концу хвостом и длинными узкими крыльями, приспособленными к быстрому полету.

Гнездились голуби в старых лиственных лесах, предпочитая состоящие из дуба, бука, клена. Благодаря высокой подвижности аппетит у голубей был отменный, что не вызывало радости у фермеров, чьи поля подвергались периодическим налетам птиц.

Название свое они получили из-за любви к частой смене местообитания. Когда запасы корма истощались, голуби покидали гнездовья. Большие массы птиц появлялись в тех местах, где их раньше никто не видел. Там они гнездились несколько лет подряд, затем исчезали, чтобы снова появиться через много лет.

Колонии птиц достигали невероятных размеров. На протяжении многих километров каждое крупное дерево было усеяно гнездами. Сотни квадратных километров покрывал плотный слой помета. На одном дереве могло находиться до сотни гнезд, так что иногда даже крупные ветви обламывались под их тяжестью. Лес, в котором продолжительное время гнездились голуби, представлял собой неповторимое зрелище: почва покрыта пометом, нет ни травы, ни кустарников, на земле лежит множество сломанных веток, деревья же стоят голые, будто ветви и сучья с них стесали топором. Следы пребывания колоний сохранялись много лет. Находили колонии протяженностью до 65 км, а то и больше. Обычный же их размер был несколько десятков квадратных километров. Один из исследователей жизни голубей оценивал численность огромной колонии в Висконсине в 1871 г. в 136 миллионов птиц. Занимала она

площадь около 2200 км². В другой громадной колонии гнезилось 68 миллионов пар на площади 600 км².

После захода солнца голуби слетались на ночевку, часто на расстояние сотен километров от мест кормежки. На ночлег собиралось такое количество птиц, что в местах постоянных ночевек помет под деревьями лежал густо как снег, слоем в несколько сантиметров. Голуби садились на ветки плотными массами, нередко обламывая их своей тяжестью.

Самым грандиозным явлением был перелет странствующих голубей. По небу проносились буквально тучи птиц, растягиваясь от горизонта до горизонта. Вот как Э. Сетон-Томпсон в книге «Моя жизнь» описывает миграцию этих птиц в апреле 1876 г. в окрестностях Торонто в Канаде, и это в то время, когда звезда странствующего голубя уже катилась к закату: «Огромная стая голубей держала свой путь на север. Они летели, вытянувшись через все небо с востока на запад, покуда только глаз хватало, исчезая дымкой у самого горизонта. В стае были сотни тысяч голубей. И вслед за ней через каждые полчаса появлялась еще и еще новая, столь же бесчисленная стая. И так на протяжении всего дня».

Ни один вид птиц на человеческой памяти никогда не имел такой колоссальной численности. Зоологи-очевидцы пытались оценивать количество пролетающих птиц. Так, в 1810 г. в штате Кентукки наблюдали перелет стаи, ширина которой достигала 1,5 км, а длина – 380 км. Исходя из скорости и времени полета, подсчитали, что в этой стае было около 2 230 272 000 птиц. Словами: более двух миллиардов! По другим данным, в стае, пролетающей в 1813 г. над р. Огайо, было 1 115 136 000 голубей. Она занимала площадь примерно 290 км². В 1866 г. пролетавшие голуби закрывали солнце на протяжении 14 часов. Стая имела длину около 480 км и ширину 1,5 км. По мнению зоологов, странствующий голубь в свои лучшие времена составлял от 25 до 40 % общего населения птиц Соединенных Штатов.

Высокая концентрация странствующих голубей позволяла вести охоту на них и заготовку впрок с большим размахом. В ход пошли ружья, дубинки, длинные шесты, которыми сбивали низко летящих птиц. По стаям голубей стреляли из пушек и специальных приспособлений вроде пулеметов. Они летели так плотно, что от одного выстрела дробью падало до 70 жертв. Майн Рид, например, в одной из своих книг упоминает об «охоте» на них из армейского оружия, заряженного картечью. После каждого выстрела следовал дождь птиц, сыпавшихся на землю.

Там, где голуби гнездились или ночевали, устраивались настоящие бойни. В местах ночевки перед закатом солнца уже собирались толпы людей со всевозможными приспособлениями для добычи птиц. Начавших слетаться голубей тысячами сшибали кольями. Их стреляли, накрывали сетями, так что под деревьями валялись груды птиц. Охотники разводили под деревьями костры и бросали туда серу, чтобы одурманить свои жертвы. Прекращалась эта вакханалия смерти лишь к рассвету, когда голуби начинали разлетаться. После этого заготовители шли подбирать мертвых, искалеченных и умирающих птиц. Их сваливали в кучи, пока каждый не собирал для себя желаемого количества.

Потом выпускали свиней, чтобы они уничтожили оставшееся. Причем, их могли пригонять на откорм за сотни километров. Оставалось немало поживы также всевозможным хищникам и падальщикам.

Всем казалось, что численность странствующих голубей никогда не уменьшится. Кто может собрать все песчинки на морском берегу? А между тем, конец изобилию был уже близок. К середине XIX в. появились признаки истощения колодца, казавшегося бездонным. После 1870 г. крупные колонии остались лишь в окрестностях Великих Озер. До 1880 г. отмечались перелеты небольших стай в других местах.

И вот эпилог! Последнее гнездо видели в 1896 г. Последние живущие на свободе птицы были убиты в 1899 г. под Бабкоком (штат Висконсин) и в 1900 г. на одной из ферм в штате Огайо. Видимо, совсем окончательно вид исчез в природе в 1907–1909 гг. Оставшиеся небольшие группы и отдельные пары уже просто не размножались. В зоопарках, где голуби протянули несколько дольше, так и не удалось получить потомство от содержащихся там птиц. Последний самец умер в зоопарке г. Цинциннати 10 июля 1910 г. 1 сентября 1914 года в неволе, в зоопарке, американского города Цинциннати умерла старая голубка Марта - последняя представительница когда-то столь многочисленного вида. Эта дата стала днем смерти вида. Нам остались лишь безмолвные чучела в музеях,

В США в штате Висконсин в одном из парков это печальное событие было увековечено бронзовой доской с надписью: «В память о последнем странствующем голубе, убитом в Бабкоке в сентябре 1899 года. Этот вид вымер из-за алчности и легкомыслия человека».

В 1933 году погиб последний представитель восточного подвида американского степного тетерева, несмотря на то, что с 1910 года зоологи прилагали немалые усилия, чтобы сохранить для человечества жалкие остатки популяции этих птиц.

Эти примеры - капля в море. За последние триста лет на Земле полностью истреблено около 300 видов птиц и млекопитающих.

ПОНЯТИЕ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

В 1840 г. немецкий ученый-агрохимик Юстус Либих, изучая процессы питания растений и влияние разнообразных факторов и элементов питания на их рост, установил, что урожай культур зачастую ограничивается (лимитируется) не теми элементами питания, которые требуются в больших количествах, такими, как, к примеру, углекислый газ и вода, (обычно эти вещества присутствуют в среде в изобилии), а теми, которые необходимы в минимальных количествах, но которых и в почве очень мало (например, цинк). Он писал: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай и определяется величина и устойчивость последнего во времени».

Либих обобщил свои представления и результаты исследований в виде так называемого «закона минимума Либиха», хотя сам Либих ни о каком законе не говорил. Он писал: «Если в почве или в атмосфере один из элементов,

участвующих в питании растений, находится в недостаточном количестве или не обладает достаточной усвояемостью, растение не развивается или развивается плохо. Элемент, полностью отсутствующий или не находящийся в нужном количестве, препятствует прочим питательным соединениям произвести их эффект, или, по крайней мере, уменьшает их питательное действие... Отсутствие или недостаток одного из необходимых элементов при наличии в почве всех прочих делает последнюю бесплодной для всех растений, для жизни которых этот элемент необходим».

В простейшем виде, применительно к конкретным опытам ученого, **закон минимума Либиха** гласит: **рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве (минимуме)**. В современной формулировке закон минимума звучит так: выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей. Жизненные возможности лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к необходимому организму или экосистеме минимуму. Отсюда следует важный вывод: дальнейшее снижение действия необходимого фактора ведет к гибели организма либо к разрушению экосистемы в целом.

Закон минимума Либиха можно пояснить на таких примерах. Пусть в почве содержатся все элементы минерального питания, необходимые для данного вида растений, кроме одного из них, например, бора или цинка. Рост растений на такой почве будет сильно угнетен или вообще невозможен. Если же мы добавим в почву нужное количество бора (цинка), это приведет к увеличению урожая. Но если мы будем вносить любые другие химические соединения (например, азот, фосфор, калий) и даже добьемся того, что все они будут содержаться в оптимальных количествах, а бор (цинк) будет отсутствовать – это не даст никакого эффекта.

При формулировании своих обобщений Либих пользовался определением «лимитирующий» по отношению к факторам среды. В экологии под **лимитирующим (ограничивающим) фактором** понимается **любой фактор, который ограничивает процесс развития или существования организма, вида или сообщества**. Им может быть любой из действующих в природе экологических факторов: вода, тепло, свет, ветер, рельеф, содержание в почве необходимых для жизнедеятельности растений солей и химических элементов, а в водной среде - химизм и качество воды, количество доступного кислорода и углекислого газа. Такими факторами могут быть конкуренция со стороны другого вида, присутствие хищника или паразита.

Изучая различное лимитирующее действие экологических факторов на насекомых, американский зоолог Виктор Эрнест Шелфорд пришел к выводу, что лимитирующим может быть не только недостаток, но и избыток таких факторов, как свет, тепло, вода. В экологии такое положение носит название **закона толерантности Шелфорда**, сформулированного им в 1913 г. Он гласит: **лимитирующим фактором, ограничивающим развитие организма, может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия**. Диапазон

между этими величинами определяет величину выносливости организма. Каждый организм можно характеризовать экологическим минимумом и экологическим максимумом.

Диапазон толерантности по каждому фактору ограничен его минимальными и максимальными значениями, в пределах которых только и может существовать данный организм.

Благоприятный диапазон действия экологического фактора называется *зоной оптимума* (нормальной жизнедеятельности). Чем значительнее отклонение действия фактора от оптимума, тем больше данный фактор угнетает жизнедеятельность популяции. Этот диапазон называется *зоной угнетения*. Максимально и минимально переносимые значения фактора - это критические точки, за пределами которых существование организма или популяции уже невозможно.

Закон толерантности необходимо учитывать при оценке успешности культивирования растений, выращивании сельскохозяйственных животных, оценке возможности акклиматизации диких видов и в других подобных случаях. Из закона толерантности вытекает, что любой избыток вещества или энергии оказывает загрязняющее воздействие на окружающую среду. К примеру, избыток воды даже в засушливых областях – вреден.

Для выражения степени толерантности в экологии применяются термины, использующие приставки стено- (узкий) и эври- (широкий). Маловыносливые организмы, узкоограниченные каким-либо экологическим фактором и способные обитать только в условиях устойчивого постоянства этого фактора называют ***стенобионтами***. К ним обычно принадлежат многие паразиты, виды, обитающие на океанических глубинах, в пещерах, тропических лесах. Напротив, организмы, способные существовать при широких амплитудах изменчивости факторов окружающей среды, называют ***эврибионтами***. Они способны выносить широкую амплитуду интенсивности различных экологических факторов. К ним относятся многие наземные животные. Например, ареал обитания лисицы распространяется от лесотундры до степей.

Если хотят подчеркнуть отношение организма к конкретному фактору, то используют термины, первая часть которых образована приставками стено- или эври-, а вторая содержит указание на конкретный фактор, например: эвритермные организмы - имеющие широкий температурный интервал (многие насекомые), стенотермные организмы – приспособившиеся к узкой амплитуде температур (для растений тропических лесов колебания температуры в пределах +5... +8 градусов С могут быть губительными). Как отмечают многие экологи, смысл закона толерантности вполне понятен. Плохо как недокормить, так и перекормить растение либо животное. Из этого закона вытекает следующее следствие: любой избыток вещества или энергии является загрязняющим среду компонентом. Например, в засушливых областях избыток воды вреден, и вода может рассматриваться как обычный загрязнитель.

Итак, для каждого вида существуют пределы значений жизненно необходимых факторов абиотической среды, которые ограничивают зону его

толерантности (устойчивости). Живой организм может существовать в некотором определенном интервале значений факторов. Чем шире этот интервал, тем больше устойчивость или толерантность данного организма. Закон толерантности является одним из основополагающих принципов современной экологии.

АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМОВ К ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Благоприятные или неблагоприятные природные факторы (климат, пища, враги, конкуренты) образуют среду, к которой должна приспособиться не только единичная особь в ее борьбе за жизнь, но и вид в целом. Приспособленность вида к какой-либо постоянной среде является предпосылкой его длительного стабильного существования.

Приспособление организма к среде обитания носит название **адаптации**. С позиции экологии можно считать, что многообразие организмов, их изменчивость и сохранение в природе, их становление и существование являются результатом воздействия окружающей среды и адаптации. В природе адаптации организмов всегда развиваются под воздействием трех основных факторов: изменчивости, наследственности и естественного отбора. Совокупность адаптаций придает строению и жизнедеятельности организмов черты целесообразности. Приспособленность вида к какой-либо постоянной среде является предпосылкой его длительного стабильного существования.

В чем же основная суть процесса адаптации? Биологический смысл их сводится к тому, чтобы данная особь (это можно отнести к организмам любого вида) выжила при неблагоприятных условиях и оставила потомство. Средства же могут быть самые разные. Например, к наступлению зимних холодов у одних животных вырастает густой и теплый меховой покров, который к тому же приспособительно изменяет свою окраску, у других образуется толстый подкожный слой жира, третьи, тоже откормившись за лето, залегают в спячку. Деревья сбрасывают листья, их почки покрываются толстым восковым слоем и т. п.

Это различные биологические реакции в ответ на изменения условий окружающей среды, которые представляют собой иногда сложные и длительные изменения строения и функций организмов, иногда относительно простые и легко обратимые реакции. Имеется множество удивительных примеров приспособления живых организмов к экстремальным факторам среды. Например, У берегов Антарктиды рыба *Trematodus* приобрела способность образовывать протеиновые соединения в своей крови. Действуя как антифриз, они не дают образовываться ледяным кристаллам. Все это позволяет рыбе выживать при температуре ниже -2°C . Некоторые виды насекомых также имеют в теле некое подобие антифриза. Личинка аляскинской галлицы может замерзнуть и оттаивать несколько раз без какого-либо вреда.

Способность к адаптациям – одно из основных свойств жизни на нашей планете. Адаптации обеспечивают возможность существования организмов, возможность их выживания и размножения.

Определенные морфологические адаптации наблюдаются в мире животных. Например, климатическое правило Бергмана, сформулированное еще в 1847 году гласит: в пределах вида или достаточно однородной группы близких видов животные с более крупными размерами тела распространены в более холодных областях своего ареала или в горах. Это правило отражает адаптацию животных к поддержанию постоянной температуры тела в разных климатических условиях. На юге, в теплом климате водятся мелкие разновидности тех же видов. На севере живут самые большие медведи, волки, лоси. Так, белый медведь Арктики имеет вес до 1000 кг, бурый медведь кадьак из Аляски весит до 700 кг, а малайский медведь не дотягивает и до 70 кг. Крупный королевский пингвин Антарктиды имеет рост до 120 см, а экваториальный галапагосский пингвин - до 40 см. Отметим, что согласно современным знаниям, оно не столь всеобъемлюще, как предполагали раньше. Быть может, исключения даже преобладают.

Однако, несмотря на это, правило Бергмана и по сей час сохраняет свое значение, поскольку обращает наше внимание на широко распространенное явление. Увеличение размеров в холодных областях свойственно в известной степени даже беспозвоночным животным. Нередко такая же зависимость обнаруживается и при сравнении близкородственных видов.

Согласно другому правилу – Аллена (1877), чем холоднее условия в ареале, тем короче конечности у теплокровных животных и более короткое и компактное тело. Многие выступающие части тела (конечности, хвост, уши) становятся тем меньше и короче, а тело тем массивнее, чем холоднее климат. Такую закономерность можно проследить при сравнении видов зайцев в зонах их обитания в направлении от Центральной Америки к Северной. Так, сравнение зайцев Аллена, чернохвостого (калифорнийского) зайца, американского зайца-беляка и полярного зайца показывает постепенное уменьшение длины ушей и конечностей. Кроме того, крылья птиц становятся уже и острее, а шерсть млекопитающих длиннее, подшерсток гуще. Наконец, у северных птиц сильнее выражен перелетный инстинкт, возрастает величина кладки и соответственно число птенцов в выводке.

В качестве примера проявления правила Аллена можно привести отношение длины хвоста к длине тела у пашенной полевки (*Microtus agrestis*) из различных районов Европы: Португалия — 39%, Центральная Европа — 33%, Швеция — 29%.

В гамбургских холодильниках жили наиболее короткохвостые мыши; укорачивались хвосты и у особей, которым в условиях эксперимента регулярно давали препараты, снижающие температуру тела. Выросшие же в тепле мыши были длиннохвостыми и длинноухими. Правило Аллена подтверждается и при межвидовых сравнениях. Так, у мексиканского зайца длина ушей достигает 189% длины головы, тогда как у беляка в Гренландии — только 96%. Еще

нагляднее сравнение песка, обыкновенной лисицы, фенека и африканской большеухой лисицы.

На островах у птиц клювы более длинные, чем на континентах. Животные жарких мест (африканский слон, американский заяц пустынь) имеют огромные уши, которые служат им для теплоотдачи.

Справедливости ради, следует заметить, что правило Аллена также имеет много исключений.

Правило Глогера (1833) объясняет тот факт, что виды животных, обитающих в более влажном и прохладном климате имеют более темную пигментацию тела. Так, черный ворон, обитающий во льдах Гренландии, имеет более черную окраску, нежели его собрат, живущий в пустынях Сахары, где он приобретает коричневый оттенок. Южные птицы как правило ярче и пестрее окрашены.

Еще одно климатическое правило: в направлении от полюсов к экватору пресноводная фауна в целом обнаруживает все больше сходства с морской. В чем тут причина? Известно, что в тропиках морские рыбы легче проникают в реки, чем в средних широтах. Вероятно, это определяется тем, что в условиях более благоприятного климата скорее может быть достигнут тот уровень обмена веществ, который необходим для перехода организма в пресную воду. Океанские острова, кстати, вообще не имеют настоящих пресноводных форм.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ И ФОТОПЕРИОДИЗМ

Все живые организмы так или иначе приспосабливаются к определенным факторам среды. У каждого животного или растения эти приспособления уникальны и неповторимы. У многих живых существ есть физиологические механизмы, позволяющие им реагировать на продолжительность дня и в соответствии с этим изменять свой образ действий. Животные, приспособившиеся к сезонным изменениям в природе, настолько чутко реагируют на интервалы времени, что порой это кажется невероятным.

Такие закономерные периодические чередования природных явлений, физиологических процессов и поведения организмов, происходящие в определенной последовательности и с закономерной частотой (при смене времени суток, сезонов года, приливов и отливов, лунных фаз и т.п.) называются **биологическими ритмами**.

Например, для ученых долгое время оставалось загадкой – как бабочки-сатурнии узнают о наступлении весенних дней. Несмотря на температурную разницу весенних дней по годам, бабочки пробуждаются и выходят из кокона всегда в одно и то же время. Оказалось, что в период развития бабочки в коконе (стадия куколки), свет проникает через его оболочку и достигает мозга бабочки. Казалось бы, что здесь такого? Однако, все не так просто. В мозгу бабочки находится специальное устройство, регистрирующее продолжительность светлого и темного периодов суток. По мере приближения весны, как известно, длина дня увеличивается. Так вот, когда длина дня

составляет лишь 8 часов, бабочка спокойно спит в своем домике. Но как только день становится длиннее, 26 особых нервных клеток в мозгу бабочки подают сигнал, выделяя специальный гормон. Бабочка начинает просыпаться, и вскоре покидает гостеприимный домик.

Предполагают, что биологические ритмы имеют многообразное адаптивное значение, специфическое для каждого вида и, в частности, связанное с ориентацией. Такие животные, как рыбы, черепахи, птицы и некоторые насекомые, мигрирующие на большие расстояния, используют в качестве компаса солнце и звезды. Другие животные (пчелы, муравьи и рачки-бокоплавы) ориентируются по солнцу в поисках пищи и при возвращении домой. Ориентация по солнцу и луне надежна только в том случае, если животное способно каким-то образом определять время, чтобы учитывать суточные перемещения этих светил.

Хорошо известны такие примеры, как периоды ухаживания и гнездования у птиц весной и перелеты определенных видов осенью. Рекорд дальности здесь принадлежит полярным крачкам. Они гнездятся в Арктике, а в конце лета летят на юг, чтобы провести антарктическое лето на паковом льду вблизи Южного полюса. За год они покрывают расстояние в 35 000 километров.

Часто организмы используют естественную направленность и периодичность природных факторов для распределения своих функций по времени и программирования своих жизненных циклов, чтобы наилучшим образом использовать благоприятные условия.

Частным случаем таких адаптаций к повторяющимся факторам является, например, **фотопериодизм** - это реакция организмов на суточный ритм освещения, соотношение длительности дня и ночи, выражающаяся в изменении процессов роста и развития. Явление фотопериодизма было открыто в 1920 г. Оказалось, что одни растения, например, просо, фасоль, достигают полного развития и сокращают свой вегетационный период, когда день короче, а ночь длиннее. Например, у проса (растение короткого дня) при длинном дне преобладает вегетативное развитие.

Другие – пшеница, овес, шпинат – достигают этого же при условии более длинного дня и короткой ночи. Шпинат (растение длинного дня) при выращивании в условиях дня совсем не давал цветочных стрелок, а образовывал все новые и новые листья.

Первые растения получили название растений короткого дня, а последние – растения длинного дня. Некоторые же растения, как показали опыты, остаются нейтральными по отношению к длине дня.

Собственно говоря, значение имеет не длина дня, а продолжительность темного периода. Поэтому фактически растения короткого дня оказались растениями длинной ночи. Если их выращивать в условиях короткого дня и длинной ночи, но ночь прерывать коротким периодом освещения, они не зацветут.

В качестве примеров растений короткого дня можно привести хризантему, сою, табак, землянику. Растения длинного дня - белена, львиный зев, капуста,

яровая пшеница, яровой ячмень. Растения, нейтральные в отношении фотопериода - огурцы, томаты, садовый горошек, кукуруза, хлопчатник. У этих растений цветение не зависит от фотопериода.

Почему организмы сверяют действие своего организма по длине дня? Ответ прост. Длина дня - надежный сигнал проявления физиологической активности организмов, так как, в отличие от других сезонных факторов, в данное время года и в данном месте она всегда одинакова. Однако с географической широтой амплитуда ее сезонных изменений возрастает. Живые организмы приспособились к этому и учитывают не только время года, но и широту местности.

Механизмы приспособления к периодичности процессов могут быть самыми неожиданными. Например, у некоторых насекомых на фотопериодизме основан своего рода контроль рождаемости. Длинные дни в конце весны и начале лета вызывают в ганглии нервной цепочки образование нейрогомона, под влиянием которого появляются покоящиеся яйца, дающие личинки только следующей весной, сколь благоприятными бы ни были кормовые и другие условия. Таким образом, рост популяции сдерживается еще до того, как запасы пищи станут лимитирующим фактором.

Фотопериод рассматривается как некое «реле времени» или пусковой механизм, включающий последовательность физиологических процессов, приводящих к линьке и накоплению жира, миграции и размножению у птиц и млекопитающих и наступления диапаузы (стадии покоя) у насекомых.

ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗМОВ

Жизненная форма организма – внешний облик, отражающий его приспособленность к определенным условиям среды. Общий вид организма, определяющий ту или иную жизненную форму, является результатом адаптации в процессе эволюции к определенным аспектам окружающей среды.

В процессе исторического развития животные и растения приобрели специфические черты, затрагивающие особенности строения, обмена веществ, динамику жизненных процессов и т.п. Все эти особенности определяют внешний облик организмов. В природе можно часто видеть, как разные виды приспособляются к сходным условиям среды. Такие типы приспособления выражаются в определенном морфологическом строении организмов и называются жизненными формами.

Разнообразные типы строения отражают отношение различных видов к среде обитания. Все виды сообщества (как систематически близкие, так и далекие) могут быть объединены в группы по жизненным формам – сходству типов приспособления (адаптации) к сходным условиям среды. Многообразие классификаций жизненных форм отражает ту или иную особенность и среды обитания организмов, и их приспособленности к ней.

Жизненные формы выделяются как среди растений, так и среди животных. Причем, система жизненных форм растений была разработана раньше, нежели у

животных. Термин «жизненная форма» позаимствован у ботаников и стал применяться в зоологии лишь в 20-х гг. XX столетия.

Сам термин «жизненная форма» и его определение были введены в экологию именно при исследовании растительности. Это сделал датский ботаник Йоханнес Варминг в 1884 году. Он определял жизненную форму как форму, в которой вегетативное тело растения находится в гармонии с внешней средой в течение всей жизни.

Начало изучению жизненных форм положил немецкий естествоиспытатель Александр Гумбольдт. Он установил 19 растительных форм, которые характеризуют физиономичность ландшафта: деревья, кустарники, травы, лианы и т.д. Так, в качестве особых, он выделял формы кактусов, составляющих облик пейзажа в Мексике, хвойных, определяющих вид тайги, бананов, пальм, злаков. Затем жизненные формы начали классифицировать по экологическим признакам.

У животных жизненные формы поразительно разнообразны, поскольку, во-первых, животные в отличие от растений более динамически лабильны (растениям присущ главным образом оседлый способ существования) и, во-вторых, форма их существования непосредственно зависит от поиска, качества и способа добывания ими пищи. Животные обычно все время подвижны и активны в добывании пищи (исключение составляют отдельные животные водной среды, ведущие сидячий образ жизни).

Жизненная форма животных обычно определяется как группа особей со сходными морфоэкологическими приспособлениями для обитания в одинаковой среде. К одной жизненной форме могут относиться разные, иногда систематические далекие виды, например такие «землерои» как крот и представитель хомяковых – цокор.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ

В основу классификации животных по жизненным формам могут быть положены разные критерии – способы добывания пищи и ее характер, степень активности, приуроченность к определенному ландшафту и т.д. Например, среди морских животных по способу добывания пищи и ее характеру можно выделить группы: растительноядные, хизные, трупоеды, детритоядные (фильтраторы и грунтоеды). По степени активности – плавающие, ползающие, сидячие, летающие.

Значительно более унифицирована система жизненных форм растений. Наиболее широко распространена система жизненных форм, разработанная датским экологом и геоботаником Кристеном Раункиером в 1905 г. Она основана на положении почек возобновления (или верхушек побегов) по отношению к поверхности почвы в неблагоприятных условиях (зимой или в засушливый период). Раункиер справедливо полагал, что реакцию растений на климат лучше всего характеризует высота, на которой оно располагает органы

возобновления (почки, корневища, луковицы). Выбор высоты помогает растению пережить неблагоприятные погодные условия.

Все растения были подразделены Раункиером на 5 главных типов.

Первый тип жизненных форм Раункиер назвал **фанерофиты** (от греч. «phaneros» - видимый, открытый, явный) - почки возобновления находятся высоко над поверхностью почвы. В благоприятном климате, когда почкам не грозит ни пересыхание, ни вымерзание, они могут находиться на относительно большой высоте. Это деревья, кустарники, деревянистые лианы.

Чем сложнее климатические условия, тем ниже по отношению к уровню земли находятся почки возобновления. Объясняется это тем, что здесь почки менее уязвимы от непогоды.

Поэтому исключительно холодные условия могут вынести только те растения, почки возобновления которых находятся на небольшой высоте. Обычно это 20-25 см. Такие растения Раункиер отнес к группе **хамефиты** (от греч. «chamai» - на земле). Их почки покрыты почечными чешуями и, как правило, зимой защищены снежным покровом. Сюда относятся кустарники, кустарнички, полукустарнички, некоторые многолетние травы (например, черника, седмичник), мхи.

Травянистые растения могут защищаться от холода и другими способами. Например, зимой их нежные стебли могут отмирать, а летом снова отрастать. Для этого необходимо, чтобы их почки возобновления находились на уровне почвы. Часто такие точки роста окружает розетка зимующих листьев, как у подорожника. Однако листья могут и отсутствовать. Пример – жгучая крапива. Такие растения в классификации Раункиера получили название **гемикриптофиты**, полускрытые (от греч. «hemi» - полу- и «cryptos» - скрытый). Их почки возобновления в неблагоприятный для вегетации период года находятся на уровне почвы. Они защищены чешуями, опавшими листьями и снежным покровом. Это в основном многолетние травянистые растения средних широт: лютики, одуванчик, крапива двудомная.

Группа растений, которые имеют зимующие луковицы, клубни и корневища Раункиер назвал **криптофиты** (от греч. «kryptos» - скрытый). Если зимующие органы закладываются на некоторой глубине в почве, они носят название геофиты, если же они находятся под водой, то тогда называются гидрофиты.

Растения, переживающие «трудные времена» в виде семян носят название **терофиты** (от греч. «theros» - лето). Это главным образом однолетники. В умеренной зоне к этой группе относятся в основном сорняки. Во пустынях и полупустынях терофиты с очень коротким сроком вегетации (эфемеры) являются важной частью их флоры.

Спектры жизненных форм для отдельных регионов Земного шара отражают воздействия факторов среды на характер адаптации растений в сообществах. Например, во влажных тропических лесах более 90% растений – фанерофиты: высокие деревья, кустарники, деревянистые лианы. В арктической тундре около 60% растений – это хамефиты: карликовые кустарники и многолетние травы.

Таким образом, для зоны тропического дождевого леса характерны фанерофиты, в умеренной зоне господствуют гемикриптофиты, а в пустыне - терофиты.

Следует отметить, что понятие жизненной формы следует отличать от понятия экологической группы организмов. Жизненная форма отражает весь спектр экологических факторов, к которым приспосабливается тот или иной организм, и характеризует специфику определенного местообитания. Экологическая же группа обычно узко специализирована в отношении отдельного фактора среды: света, влаги, тепла и т.д. (уже упоминавшиеся нами гигрофиты, мезофиты, ксерофиты - группы растений по отношению к влажности; олиготрофы, мезотрофы, эвтрофы - группы организмов по отношению к трофности, плодородию почв и т.п.).

Изучение многообразия жизненных форм позволяет глубже познать структуру и динамику сообщества, а также дать экологическую оценку местообитанию. Жизненные формы, преобладающие в сообществе, могут служить довольно точными индикаторами условия местообитания.

Краткое резюме

Экологические факторы – это комплекс окружающих условий, воздействующих на живые организмы. Различают факторы неживой природы – абиотические (климатические, эдафические, орографические, гидрографические, химические, пирогенные), факторы живой природы – биотические (фитогенные и зоогенные) и факторы антропогенные (воздействие человеческой деятельности на окружающую среду). К лимитирующим факторам относятся любые факторы, ограничивающие рост и развитие организмов. Приспособление организма к среде обитания носит название адаптации. Внешний облик организма, отражающий его приспособленность к условиям среды, носит название жизненная форма.

Вопросы для повторения

1. Дайте определение абиотических и биотических факторов.
2. Какие группы абиотических и биотических факторов вы знаете?
3. Приведите классификацию растений по отношению к интенсивности освещения.
4. Чем пойкилотермные организмы отличаются от гомойотермных?
5. Какие факторы среды называются эдафическими? Охарактеризуйте их.
6. Какие факторы относятся к группе орографических?
7. В чем особенность воздействия пирогенных факторов?
8. Какие факторы относятся к фитогенным?
9. Какова специфика действия зоогенных факторов?
10. Дайте определение антропогенного фактора. Перечислите группы антропогенных факторов и объясните, как проявляется их действие.
11. Какие факторы называются лимитирующими.
12. Сформулируйте закон минимума Ю.Либиха.

13. В чем специфика закона толерантности В.Шелфорда?
14. Что такое адаптация организма?
15. Что такое биологические ритмы и как они связаны с фотопериодом у животных и растений?
16. Что такое жизненная форма организма.
17. Приведите классификацию жизненных форм растений по Раункиеру.

Темы для докладов на семинарах

1. Классификация факторов среды.
2. Особенности абиотических факторов.
3. Основные проявления действия биотических факторов в природе.
4. Лимитирующие факторы, закон минимума Ю.Либиха.
5. Общие закономерности действия факторов на организм. Закон толерантности В.Шелфорда.
6. Понятие об адаптациях.
7. Биологические ритмы и фотопериодизм.
8. Понятие жизненной формы. Классификация жизненных форм.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Дажо Р. Основы экологии. М., 1975.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2003.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. - М., 1986.
- Пианка Э. Эволюционная экология. - М., 1981.
- Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. - М, 1989.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. М., 1988.
- Шилов И.А. Экология: Учеб.пособие для биол. и мед. спец. вузов. - М., 1997.

Дополнительная

- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. Ростов на Дону, 1996.
- Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.
- Пономарева И.Н. Экология растений с основами биогеоценологии. М., 1978.
- Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. - М., 1962.
- Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение. - М.-Л., 1964.
- Серебрякова Т.М. Учение о жизненных формах растений на современном этапе// Итоги науки и техники. Ботаника. - М.: ВИНТИ, 1972. Т.1.
- Слейчер Р. Водный режим растений. - М., 1970.

Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. - Киев, 1987.

Чистик О.В. Экология. – Учеб. пособие. - 2-е изд. - Мн., 2001.

Экологические очерки о природе и человеке/ Под ред. Б.Гржимека. – М., 1988.

ЛЕКЦИЯ 4

ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД В ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

План лекции:

1. Определение популяции
2. Место популяции в общей структуре биологических систем
3. Характеристики популяций
4. Динамика популяций
5. Взаимодействия между популяциями
6. Конкуренция как механизм возникновения экологического разнообразия
7. Отношения типа хищник-жертва
8. Отношения типа паразит-хозяин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПУЛЯЦИИ

Каждый вид организмов в природе существует в виде сложного комплекса внутривидовых групп. Такие группы объединяют особи со специфическими чертами строения, физиологии и поведения. Таким внутривидовым объединением особей является популяция. Термин «популяция» был заимствован из демографии, где он обозначал народ, население (от лат. *populus*). Впервые он был предложен датским ученым Вильгельмом Йогансеном в 1903 году. Под популяцией Йогансен понимал «естественную смесь особей одного и того же вида, неоднородные в генетическом отношении». Позже термин «популяция» в экологии стал применяться для обозначения населения вида, занимающего определенную территорию.

Хотя термин «популяция» получил широкое распространение в первой половине XX в., корни этого понятия обнаруживаются еще в древних литературных источниках. Уже в трудах Аристотеля можно найти указания на связи между организмами, сожительства животных и формы группировок. Он выделял группы животных кочевых и оседлых, ведущих одиночный и групповой образ жизни. «Отец ботаники» Теофраст описывал естественные сообщества растений как совокупность видов, приуроченных к определенным ландшафтам.

В современной экологии **популяция определяется как совокупность особей одного вида, проживающая длительное время на определенной территории, свободно скрещивающаяся друг с другом, дающая плодовитое потомство и относительно обособленная от других совокупностей этого же вида.**

В некоторых случаях можно получить потомство от разных видов, и тогда может показаться, что определение популяции несколько неточно, т.е. мы имеем совокупность особей двух видов. Однако все становится на свои места, если учесть тот факт, что потомство от такого скрещивания бесплодно. Примером могут служить гибриды кобылицы и осла – мул и ослицы и лошади – лошак. Эти выносливые животные не могут дать потомство, а поэтому лошади и ослы относятся к разным популяциям.

Жизнь и функционирование популяций достаточно сложный процесс. Дело в том, что популяция - не просто сумма отдельных особей. Взаимодействия организмов в популяции приводят к тому, что у нее появляются собственные свойства, отличные от свойств отдельных особей. Природная популяция всегда представляет собой некое единство.

Под влиянием различных факторов численность (число особей) популяции, ее возрастной состав и область распространения могут значительно изменяться во времени. Часто эти изменения способны приводить к неблагоприятным последствиям. Например, вспышки численности насекомых-вредителей могут наносить большой урон сельскому хозяйству. И наоборот, ущерб может возникать вследствие снижения численности организмов, используемых человеком для своих нужд (промысловых рыб, охотничьих и других видов животных и растений).

Изучение жизни отдельных популяций, определение причин их изменений представляют собой большой материал, определяющий популяционный подход в экологии.

Популяционный подход решает вопросы, связанные с выявлением факторов, влияющих на распространение, обилие, рост численности отдельных популяций. Ученые, занимаясь экологией популяций, отвечают на такие вопросы, как: почему именно эти организмы в данный момент встречаются в этом, а не другом месте; почему их численность и плотность выражается данными цифрами, а если они меняются во времени, то именно так, а не по-другому?

Так как любая популяция вида организмов в природе вступает в разнообразную сеть взаимосвязей, взаимодействий, экологу особенно важно знать специфику этих взаимодействий, важнейшими из которых являются конкуренция, хищничество, паразитизм, комменсализм и мутуализм. Следствием всех этих взаимодействий между популяциями и отдельными видами является возникновение и поддержание биологического разнообразия в природных биосистемах, которое является основой эволюции различных форм живого вещества на нашей планете.

Для современных работ в области популяционной экологии характерно стремление не только описать то или иное явление, но и дать ему удовлетворяющее эколога объяснение. Во многих случаях от экологов требуют также и поиска путей разрешения того или иного «экологического инцидента». В результате приобретаются (или уточняются) знания о жизнедеятельности и экологии того или иного вида.

В экологии достаточно классических примеров, когда вспышки численности вида приводили к возникновению так называемых «экологических взрывов».

Популяционный подход дает возможность исследовать экологию отдельных видов. Зачастую это виды в той или иной мере имеющие важное хозяйственное значение для человека. Это могут быть полезные, нуждающиеся в охране виды, вредители сельского и лесного хозяйства, объекты промысла, уменьшающие свою численность, переносчики опасных заболеваний и т.д.

Популяция – это элементарная форма существования вида. Благодаря разобщенности популяций на определенной территории, вид приспособлен к существованию в разнообразных условиях среды.

В наиболее общем виде популяцию можно определить как группу организмов одного определенного вида, обитающих совместно на отдельной территории и обладающих общими свойствами. Исходя из такого определения популяцией можно назвать всех дроздов, живущих в каком-то лесном массиве, всех дафний, населяющих отдельный пруд или лужу, всех мучных жуков, живущих в одной банке. К общим свойствам, объединяющим все эти организмы в особую систему, прежде всего следует отнести свойство общего родства (конкретнее, генетическое родство организмов, составляющих популяцию) и обитание видов в сходных условиях.

Трудности в определении популяции связаны порой с тем, что в некоторых случаях на одной территории могут существовать независимые друг от друга (частично или полностью) группировки видов, образующие экологические формы. Такими формами могут быть, к примеру, сезонные фазы развития вида.

Среди множества видов живых организмов есть такие, которые в течение длительного времени держатся на одной территории, сохраняя более или менее постоянную численность. Другим видам свойственны сильные колебания численности, нередко сопровождаемые значительными изменениями площади занимаемой территории. Классическим примером могут служить некоторые саранчовые, образующие мигрирующую «стадную» фазу и дающие настоящие вспышки численности. Так, например, у обитающей в Африке красной саранчи в период образования «стадной» фазы область распространения увеличивается в тысячи раз по сравнению с той областью, где она живет постоянно. Так, в 1962 году на юге Марокко саранча за пять дней уничтожила 7 тыс. т апельсинов (по 60 т в час). Эта цифра превышает годовое потребление цитрусовых в такой стране, как Франция.

Трудно определить место действительного проживания у перелетных птиц. Скажем, европейские белые аисты лето проводят в средних широтах, а с

наступлением холодов отправляются за 13000 км на зимовку в Южную Африку. Какую совокупность этих птиц считать популяцией – ту, что ловят лягушек на наших лугах, или ту, которые нежатся под теплым африканским солнцем?

В связи с этим некоторые ученые упростили определение популяции до следующего: популяция – это группа особей данного вида, встречающаяся в определенном биотопе (место обитания) и объединенная экологическим и генетическим взаимодействием.

МЕСТО ПОПУЛЯЦИИ В ОБЩЕЙ СТРУКТУРЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Живые организмы, населяющие Землю, не разбросаны хаотично по ее поверхности, а организованы в определенные развивающиеся группы. Такие группы, начиная с отдельных индивидов, составляют уровни организации живого, или структурные уровни. Жизнь предстает перед нами как сложная иерархическая система, в которой элементы низшего уровня организации служат составными частями для структур более высокого уровня.

В настоящее время имеется множество схем, отражающих иерархическую соподчиненность уровней живого. Еще сравнительно недавно высшим уровнем организации живого считался организменный уровень, рассматривающий организм как наиболее целостный и самостоятельный элемент организации живого. Прогресс биологических наук заставил пересмотреть эту точку зрения. Успехи молекулярной биологии, с одной стороны, и экологии, с другой, способствовали выявлению более сложной иерархии уровней. Вопрос об уровнях организации живых систем в настоящее время до конца еще не решен, поскольку разные авторы называют неодинаковое число уровней.

Чаще всего выделяют до десяти уровней организации живой материи: **молекулярно-генетический, органоидный, клеточный, тканевый, органный, организменный, популяционно-видовой, биоценотический, экосистемный (биогеоценотический) и биосферный.**

Уровни организации живой материи вслед за организменным объединяются в структуры, называемые надорганизменными уровнями. К таковым надорганизменным уровням принадлежат популяции, биоценозы, экосистемы (биогеоценозы) и биосфера Земли в целом.

Организменный уровень (особь, организм) характеризуется огромным количеством функций. Главнейшей из них является размножение – воссоздание себе подобных. Сущность данной функции состоит в насыщении пространства живой материей, воспроизводстве жизненного субстрата, непрерывном процессе синтеза и деструкции, обеспечении круговорота и усложнения биосферы.

Первый надорганизменный уровень организации живого – популяция. Основная функция популяционного уровня организации – формирование на определенной территории такого населения вида, которое по структуре и жизненным особенностям наиболее соответствует среде его обитания.

Популяция здесь выступает как форма существования вида и функционирует как система, обеспечивающая устойчивое выживание и воспроизведение вида в данных конкретных условиях.

Функция биоценотического уровня – поддержание биологического разнообразия организмов в пределах определенной области их распространения. В данном случае устойчивость биоценозов будет во многом зависеть от того набора популяций живых организмов, которые их составляют.

Основным признаком экосистемного уровня является то, что они представляют собой функциональное единство живых организмов и неживых компонентов. Их взаимосвязь характеризуется непрерывным обменом веществ и энергии. Экосистемы являются ареной жизни на Земле и вне экосистем жизнь не существует. Основная функция экосистем на планете – обеспечение постоянной передачи энергии и постоянного обмена между всеми ее живыми компонентами и между ними и средой их обитания.

Отличительная особенность организации живого на Земле состоит в том, что все функциональные единицы структурных уровней находятся в иерархическом соподчинении. Это означает, что меньшие подсистемы составляют большие системы, а сами в то же время являются подсистемами более крупных систем. Например, клетка является составной частью живой ткани, последняя включается в систему органа, из органов состоит организм (особь), организмы же одного вида составляют популяцию и т.д. По мере усложнения уровня организации подсистем, системы, их включающие усложняются и увеличиваются. Причем, в одних случаях системы и их подсистемы оказываются относительно независимыми образованиями (напр., особь в популяциях), в других же случаях эта самостоятельность намного меньше (орган в организме, клетка в живой ткани).

Следует еще раз подчеркнуть, что экология в качестве поля деятельности для своих исследований охватывает пять уровней организации жизни: организменный и надорганизменные – от популяционно-видового до биосферного. Несомненно, такие исследования нельзя проводить в отрыве от учета факторов окружающей среды.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦИЙ

Любая популяция характеризуется показателями, присущими только им, имеет определенную организацию и структуру. Такие признаки могут выражаться статистическими функциями, т.е. популяцию и ее свойства можно описать с использованием математического аппарата. Таковы, например, структура, плотность, численность, рождаемость, смертность. Некоторые характеристики популяций взаимосвязаны: смертность определяет структуру, рождаемость - плотность и т.д.

Следует подчеркнуть, что между отдельным организмом и популяцией организмов существует принципиальная разница. Как капля воды не отражает

свойства реки, озера, океана, так и организм, взятый в отдельности, не может характеризовать всю популяцию в целом.

Единственным носителем признаков популяции является группа особей, но не отдельные особи в этой группе. Отдельный организм в популяции рождается, живет, умирает, но экологов это интересует только как возможность посредством исследования поведения отдельного индивидуума познать свойства группы в целом. Особые свойства, присущие популяции, отражают состояние ее как группы организмов в целом, а не отдельных особей, т.е. свойство популяции как группы организмов не есть механическая сумма свойств каждой слагающей ее особи.

Советский эколог С.С.Шварц в работе «Принципы и методы современной экологии» исходит из постулата, что «популяция – основная, а для высших животных – единственная форма существования вида. Так же как существование клетки многоклеточного организма немыслимо вне организма, так и немысленно существование особей вне популяции. Это не означает, конечно, что популяция – организм высшего порядка, но это значит, что она – определенная организация (структурное целое) особей, вне которой они существовать не могут».

Популяция как биологическая система обладает структурой и функциями. Структура популяции характеризуется составляющими ее особями (численность) и их распределением в пространстве. Функции популяции аналогичны функциям других биологических систем. Им свойствен рост, развитие, способность поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях.

Одним из важных параметров, определяющих пространственную структуру, является численность особей в популяции. Наблюдая за свойствами различных популяций, будь то популяции животных или растений, можно видеть, что численность их бывает очень различной. Это может быть и сотня деревьев, встречающихся на гектаре соснового леса, и миллионы одноклеточных водорослей в экосистеме пруда или озера, и несколько грифов, живущих на недоступных скалах, и тучи скворцов над только что засеянным ржаным полем.

Под **численностью популяции** понимается общее количество особей в популяции. Численность популяции не может быть постоянной и зависит от соотношения интенсивности размножения и смертности.

Плотность популяции определяется как количество особей вида на единице площади (главным образом земной поверхности) или же в единице объема (водная среда, экспериментальная культура), например, 200 деревьев на 1 га, 50 человек на 1 км², 20 головастика на 1 м³ воды. Максимальная плотность для различных видов организмов и условий существования сильно варьирует. На одном гектаре земли может обитать значительно больше особей подорожников, чем, скажем, оленей или кабанов. Некоторые виды птиц (пингвины, чайки) образуют так называемые «птичьи базары». Нередки огромные скопления розовых фламинго на некоторых озерах экваториальной Африки. В то же время многие виды среднеевропейских лесных певчих птиц никогда не достигают и 1/10 такой плотности.

Особи живых организмов (растения, животные, микроорганизмы) обычно распределены в пространстве неравномерно. Каждая популяция занимает пространство, обеспечивающее средствами к жизни лишь определенное число особей.

В общем виде можно выделить три типа распределения особей: случайное, регулярное (равномерное) и групповое (пятнистое, скученное, агрегированное).

Случайное распределение характерно популяциям, численность особей которых невелика и потенциальная возможность конкуренции мала. При этом среда обитания организмов должна быть более или менее однородной. В этом случае сила и направление воздействия абиотических и биотических факторов случайно изменяются во времени и пространстве. Случайное распределение встречается в природе не очень часто, хотя само действие случайных природных факторов само по себе не редкость. Такое случайное распределение характерно, к примеру, для пауков, обитающих в лесной подстилке.

Наиболее часто в природе распространено **групповое (пятнистое)** распределение. Оно свойственно многим организмам, обитающим не только в наземных, но и в водных экосистемах. При данном типе распределения организмы образуют разнообразные группировки. Образование таких групп происходит по разным причинам: неоднородность среды, локальные различия в местообитаниях, влияние суточных и сезонных изменений погодных условий; особенности процесса размножения, и т.д.

Примеров группового распределения можно привести множество. Огромными косяками передвигаются с место на место многие рыбы. В большие стаи собираются водоплавающие птицы, готовящиеся к дальним перелетам. Северо-американские северные олени карибу в условиях тундры образуют огромные стада.

Такие же примеры можно привести и для растений: пятнистое размещение растений клевера на лугу, пятна мхов и лишайников в тундре, скопление кустарничков брусники в сосновом лесу, обширные пятна кислицы в еловом лесу, земляничные поляны на светлых лесных опушках и т.п.

Регулярное (равномерное) распределение может наблюдаться при сильном антагонизме особей (конкуренции), когда вероятность нахождения одной особи рядом с другой крайне мала. В природе такой тип распределения встретить трудно, хотя нередко можно встречать размещение организмов, отклоняющееся от случайного в сторону большей регулярности.

Регулярное распределение чаще всего можно наблюдать в искусственно созданных человеком сельскохозяйственных системах – садах, огородах. Так, при посадке, равномерно можно распределить яблоневые деревья в саду, используя мерную ленту. В огороде таким образом можно высадить кусты ягодных культур, некоторые овощные растения.

Важной характеристикой при исследовании популяции является ее **возрастная структура**. Возрастная структура отражает соотношение различных возрастных групп в популяции и определяет ее способность к размножению. В быстрорастущих популяциях молодые особи составляют большую долю.

Поэтому состояние популяции по прошествии определенного промежутка времени будет зависеть от ее нынешнего полового и возрастного состава.

Если в популяции размножение происходит постоянно, то по возрастной структуре устанавливают – сокращается или увеличивается численность.

В большинстве популяций способность к размножению их членов (репродуктивная способность) изменяется с возрастом. В современной экологии при исследовании возрастного состава популяции выделяют три экологические возрастные группы:

- пререпродуктивную (до размножения);
- репродуктивную (в период размножения);
- пострепродуктивную (после размножения).

Длительность этих возрастов по отношению к общей продолжительности жизни сильно варьирует у разных организмов.

При благоприятных условиях в популяции имеются все возрастные группы и поддерживается сравнительно стабильный уровень численности. На возрастной состав популяции, помимо общей продолжительности жизни, влияют длительность периода размножения, число генераций в сезон, плодовитость и смертность разных возрастных групп. К примеру, у полевок взрослые особи могут давать потомство три раза в год или более, а молодые особи способны размножаться через 2-3 месяца.

Обычно в начальный период роста (пререпродуктивная стадия) организмы размножаться не способны. Длительность этого периода у различных видов сильно варьирует - от нескольких минут у микроорганизмов до нескольких лет у человека, многих млекопитающих, деревьев. Пререпродуктивный период может продолжаться большую часть жизни, как, например, у поденок (личиночное развитие в воде занимает от года до нескольких лет из-за длительного развития личинок) и 17-летней цикады (пререпродуктивная стадия достигает нескольких лет). Однако, характерно, что репродуктивный период у этих видов очень короток (у поденок несколько дней, у цикады менее одного сезона), а пострепродуктивный период и вовсе практически отсутствует, как у многих других видов.

Иное положение наблюдается в популяциях человека, а также животных, которые содержатся в искусственно созданных условиях (комнатные, домашние животные, обитатели зоопарков). Особи в таких популяциях доживают до пострепродуктивного периода. У современного человека три эти «возраста» примерно одинаковы, на каждый из них приходится около трети жизни. У первобытных людей пострепродуктивный период был намного короче. В настоящее время соотношение возрастных экологических групп в популяции людей меняется. Увеличивается число детей, подростков и пенсионеров, т.е. непроизводительных слоев населения. Доля детей до 15 лет в большинстве развивающихся стран увеличилась до 50%, пожилых людей старше 65 лет - до 15%. Такое изменение соотношения возрастных групп приводит к увеличению нагрузки на трудоспособную часть населения. К примеру, доля пожилых людей в России выросла с 6,7% в 1939 г. до 11,9% в 1970, и до 18,7% в 2001 г. и

продолжает расти. Уже сейчас во многих странах доля пожилых превышает 20%, в Европейском союзе в целом она составляет 21,5%, в Японии - 23,7%.

Естественные популяции это не раз и навсегда застывшая совокупность особей, а динамическое единство находящихся во взаимоотношениях организмов. Изменение в численности, структуре и распределении популяций как реакция на условия окружающей среды называется динамикой популяции.

ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ

Динамика популяций в упрощенном варианте может быть описана такими показателями как рождаемость и смертность. Это наиболее важные популяционные характеристики, на основании анализа которых можно судить об устойчивости и перспективном развитии популяции.

Рождаемость – одна из основных характеристик популяции и определяется как число особей, рожденных в популяции за некоторый промежуток времени (час, день, месяц, год). При этом термин «рождаемость» характеризует появление особей любых видов, независимо от способов появления их на свет: будь это прорастание семян подорожника или овса, появление детенышей из яиц у курицы или черепахи, рождение потомства у слона, кита, либо человека.

Экологи различают максимальную рождаемость в условиях отсутствия лимитирующих экологических факторов (добиться этого практически весьма сложно, если даже не невозможно). Под **максимальной рождаемостью** понимается теоретически возможный максимум скорости образования новых особей в идеальных условиях. Размножение организмов сдерживается только их физиологическими особенностями. Например, теоретическая скорость размножения различных видов во многих случаях может быть довольно высокой. Если мы примем за основу такой показатель, как время захвата видом всей поверхности Земли, то для бактерии холеры *Vibrio cholerae* он будет составлять 1,25 суток, для диатомовой водоросли *Nitzschia putrida* - 16,8, для домашней мухи *Musca domestica* - 366, для курицы - около 6000, для слона - 376000 суток. Таким образом, максимальная рождаемость является теоретическим показателем и постоянна для данной популяции. Следует подчеркнуть, что понятие максимальной рождаемости – понятие теоретическое. Ни один вид в природе не может начать бесконтрольно и безгранично размножаться, иначе не избежать экологической катастрофы. Именно это имел в виду Николай Заболоцкий:

А ты подумал ли о том,
Что в вашем веке золотом
Любой комар,
откладывая сто яичек в сутки,
Пожрет и самого тебя,
и сад, и незабудки?

В отличие от максимальной *экологическая*, или *реализованная*, рождаемость (или просто рождаемость) характеризует прирост или увеличение численности популяции при фактических или специфических условиях среды.

Рождаемость живых организмов определяется несколькими основными характеристиками. Одна из них - соотношение выжившего потомства, вылупившегося или родившегося, к числу самок в конце периода размножения. Например, самки калифорнийских кондоров откладывают только 1 или 2 яйца. Это делает данный вид более уязвимым к вымиранию, нежели такие виды, как утки и куропатки, которые откладывают и высиживают от 8 до 15 яиц одновременно. Самки некоторых рыб мечут тысячи или даже миллионы икринок каждый год. Крысы и мыши 4 раза в год приносят приплод примерно с 6 детенышами в одном помете.

Рождаемость видов также зависит от того, сколько раз в году самки проходят через полный цикл размножения и от продолжительности беременности. Луговая полевка с периодом беременности всего лишь 21 день может производить большое количество детенышей за короткий период. Африканский слон имеет период беременности почти 2 года и не рождает более до тех пор, пока его детеныш не станет достаточно взрослым. Таким образом, у слонов рождается всего 1 детеныш как минимум каждые 2,5 года.

Смертность - величина, обратная рождаемости. Это число погибших в популяции особей за единицу времени. Подобно рождаемости, смертность можно выразить числом особей, погибших за данный период (число смертей в единицу времени) или же в виде удельной смертности для всей популяции или ее части. При определении смертности популяции учитываются все погибшие особи независимо от причины смерти (умерли ли они от старости или погибли в когтях хищника, отравились ядохимикатами или замерзли от холода и т.д.).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПОПУЛЯЦИЯМИ

Организмы, составляющие природные популяции, не существуют отдельно друг от друга, а обычно находятся во многообразных сложных взаимоотношениях. Поэтому ученые-экологи всегда уделяют много внимания взаимодействиям популяций разных видов.

Популяции организмов вступают между собой в самые различные взаимоотношения, в результате которых происходит положительное или отрицательное влияние одних видов на другие.

Рассмотрим основные типы таких взаимоотношений.

1. **Нейтрализм** (от лат. «нейтралис» - не принадлежащий ни тому, ни другому) - ассоциация двух популяций не сказывается ни на одной из них. Такого рода взаимоотношения в природе встречаются часто. Примеров можно привести много. Это отношения между дождевым червем и комаром, зайца, обитающего под пологом леса и дятла, живущего в дупле дерева, белки и лося, дятлов и дроздов в лесу.

2. **Взаимное конкурентное подавление** - обе популяции подавляют друг друга. Примером взаимного конкурентного подавления могут служить конкурентные отношения между сорняками и культурными растениями за те или иные ресурсы (свет, воду, минеральное питание), угнетающие обоих партнеров. Часто рост одних растений поавляется веществами, выделяемые тканями другого. В этом случае говорят об аллелопатическом подавлении одними растениями других (см. лекцию 3).

3. **Конкуренция за общий ресурс** - каждая популяция косвенно отрицательно воздействует на другую в борьбе за дефицитный ресурс. Это могут быть опосредованные отношения между видами в борьбе за добывание пищи (соперничество между волками, рысями и лисами в северных лесах, между гиенами и львами в саваннах) и т.п. В данном случае разные виды непосредственно не нападают друг на друга. На их состояние влияет фактор присутствия или отсутствия пищи.

4. **Аменсализм** (от греч. «а» - отрицание и лат. «менса» - стол, трапеза) - одна популяция подавляет другую, но сама не испытывает отрицательного влияния. Например, благодаря токсическим выделениям своих корней ястребинка (семейство сложноцветные - Asteraceae) вытесняет другие однолетние растения и образует чистые заросли на довольно больших площадях. Ель в процессе роста сильно затеняет почву и тем самым вытесняет светолюбивые виды, попавшие под ее полог. Изменяя среду, ель подавляет популяции светолюбивых травянистых растений. На рост же самой ели обратного воздействия не происходит.

5. **Хищничество** - одна популяция неблагоприятно воздействует на другую, нападая непосредственно на нее, но тем не менее сама зависит от объекта нападения. Хищниками могут быть различные организмы - от простейших до сложноорганизованных. Это львы и волки, пожирающие свою жертву, кровососущие мошки и насекомоядные птицы, это различные виды рыб, поедающие планктонных рачков дафний, и сами дафнии, питающиеся одноклеточными водорослями.

Потенциально каждый живой организм является источником энергии, т.е. пищей для других организмов. Именно такие пищевые взаимодействия лежат в основе переноса энергии и вещества в экосистемах.

Хищником считается всякий организм, потребляющий в качестве пищи другой живой организм. Если одно животное (реже растение) ловит, убивает и поедает другое животное, мы имеем дело с хищничеством. Таким образом, для установление факта хищничества необходимо наличие умерщвления одним организмом другого с целью использования его в виде пищи.

6. **Протокооперация** (буквально первичное сотрудничество - от греч. «протос» - первый и лат. «кооперацио» - сотрудничество) - обе популяции получают от ассоциации выгоду, *но эти отношения необязательны*.

Довольно распространенный в природе случай протокооперации относится к совместному существованию буйволовых скворцов (волоклюи) и крупных животных (буйволы, носороги, жирафы, антилопы, зебры, крупный рогатый

скот). Волокноуи приспособлены к питанию клещами и насекомыми-кровососами, от которых страдают животные. Острые когти и жесткий хвост, служащие опорой, позволяют волокноуам ловко лазать по телу животного в поисках добычи. Присосавшихся клещей птицы, склонив голову набок, срезают как ножницами сжатым с боков клювом. В случае опасности бдительные часовые с шумом упархивают, подавая своим партнерам сигнал тревоги. Таким образом, налицо взаимное выгодное сотрудничество организмов.

Буйволоуа птица *Buphagus africanus* преспокойно влетает в раскрытую пасть нильского крокодила (*Crocodilus niloticus*), чтобы полакомиться прилипшими к полости рта пиявками. Питаясь этими представителями кольчатых червей, птица удаляет из ротовой полости крокодила надоедливых паразитов-кровопийц.

И еще интересный факт. Распространением прибрежного растения *Dysoxylum angustifolium*, обитающего в лесах Юго-Восточной Азии, занимается охочая до его плодов рыба. В качестве своеобразного «вознаграждения» мясо рыбы становится ядовитым. Тем самым, вместе с распространением семян, она получает и защиту от хищников.

7. Симбиоз (от греч. – «симбиозис» - сожителство) - это тесная взаимосвязь между представителями разных видов, из которых *по крайней мере один обойтись без другого не может*.

Классическим примером симбиоза являются лишайники. Они состоят из двух компонентов - гетеротрофного гриба (микобионта) и автотрофного организма (фикобионта) - цианобактерии, водоросли. Гриб доставляет фикобионту воду и неорганические вещества и защищает от высыхания, а также обеспечивает прикрепление к почве. От автотрофного компонента он в свою очередь получает углеводы, которые образуются в ходе фотосинтеза.

В тропических лесах Южной Америки произрастает цекропия дланевидная, плодами и листьями которой не прочь полакомиться множество обитателей джунглей. Возможно, именно поэтому у нее имеются своеобразные защитники – агрессивные муравьи из рода *Azteca*. Похожие на бамбук полые стволы и ветви цекропии служат крепостью для муравьиных колоний. Там они устраивают свои гнезда. Однако гостеприимное дерево дает своим защитникам не только кров, но и стол. У основания листового черешка имеются килевидные выросты, на которых развиваются так называемые мюллеровские тела – капсулы, состоящие наполовину из гликогена. Ими и питаются муравьи. А сами огни в свою очередь яростно набрасываются на всякого, кот попытается прикоснуться к растению. Стоит легонько постучать по стволу, как внезапно появляются легионы муравьев, чтобы дать отпор незваному гостю. Исследования показали, что стоит только опылить растения инсектицидами и избавить их от муравьев, как они погибают.

Природные популяции, как правило, приспособливаются к совместной жизни друг с другом, образуя более или менее взаимовыгодные формы совместного существования. При этом один из партнеров возлагает на другого задачу регулирования своих отношений с внешней средой. Симбиоз может

развиваться на основе пищевых (питание неиспользованными остатками пищи) или пространственных (поселение на поверхности или внутри тела другого, использование нор, гнезд и т.д.) взаимоотношений.

По степени соединения партнеров и по их типовой зависимости друг от друга различают несколько типов симбиоза: паразитизм, комменсализм, мутуализм.

Паразитизм выгоден одному из партнеров (паразиту) и вреден другому (хозяину). Комменсализм полезен одному симбионту, но не отражается на другом. Мутуализм - это взаимовыгодное сосуществование.

Паразитизм (от греч. «пара» - возле и «ситос» - пища) - одна популяция использует другую в качестве среды обитания и источника пищи. Большое количество паразитов имеется среди животных (блохи, вши, клещи, различные виды тлей, бактерии, гельминты и др.), растений (петров крест, подбельник обыкновенный, гнездовка настоящая и др.), грибов (различные виды ржавчинных, головневых, мучнисторосяных грибов).

Комменсализм (от лат. «ком» - с, вместе и «менса» - стол, трапеза) - одна популяция извлекает пользу от объединения, а для другой это объединение безразлично. Таким образом, один вид (или популяция) извлекает пользу от сожительства, а другой вид (или популяция) ничего не выигрывает от этого, но и не страдает.

Часто под комменсализмом понимают такое сожительство, при котором один из партнеров питается остатками пищи или продуктами выделения другого, не причиняя ему вреда. Такую разновидность комменсализма, основанную на потреблении остатков пищи хозяев, называют **нахлебничеством**.

Таковы взаимодействия между различными видами почвенных бактерий-сапрофитов, перерабатывающих разные органические вещества из перегнивших растительных остатков, и высшими растениями, которые потребляют образовавшиеся при этом минеральные соли.

Для крупных организмов можно привести пример сожительства рыб-лоцманов и крупных хищных акул. С одной стороны рыбы-лоцманы находятся в относительной безопасности, а с другой, им перепадают остатки несъеденной акулами пищи. На акул присутствие этих рыб не оказывает никакого влияния.

Нередко можно встретить такую форму взаимоотношений между видами, как **квартиранство**. Под последним понимается сожительство организмов; когда один из видов поселяется в жилище другого или близ него. Такой тип взаимоотношений широко распространен у растений - примером могут служить лианы и эпифиты (орхидеи, лишайники, мхи), поселяющиеся непосредственно на стволах и ветвях деревьев. В гнездах ихорак гризунов обитает множество видов членистоногих, некоторые выфы прячутся под зонтиками медуз со стрекательными нитями. Рыба горчак откладывает икру в убежище - мантию двустворчатого моллюска, не принося ему вреда. Рыба-клоун, обитающая в биоценозе кораллового рифа, мирно сосуществует с актинией, укрываясь от хищников среди ее ядовитых щупалец, к яду которых у этой рыбки выработался иммунитет.

Иллюстрацией взаимоотношений видов-комменсалов может также служить поведение средиземноморского вида рыбы карапуса в полости тела некоторых видов голотурий (морские беспозвоночные, относящиеся к типу иглокожих). Для карапуса полость голотурии - своего рода убежище, для голотурии же присутствие карапуса безразлично. Никакой выгоды она от такого сожительства не имеет.

Еще один пример. Сапсан - вид сокола, обитающий в Сибири и Казахстане. Он имеет огромное значение для выживания представителей нескольких вымирающих видов - гуся, например, и краснозобой казарки, поскольку защищает их от прожорливых песцов. Слабенькие гуси не в состоянии самостоятельно отогнать этих хищников от своих гнезд, а посему и предпочитают гнездиться поближе к сапсанам. Соколам такое соседство безразлично. Гуси же от такого объединения получают явную выгоду.

Особенно часто комменсализм можно наблюдать в морской или океанической среде. Практически в каждой норке червя, в каждой раковине двустворчатого моллюска обитают «незванные гости», которые получают здесь укрытие, но не приносят хозяину ни пользы, ни вреда.

Мутуализм (от лат. «мутуус» - взаимный) - связь популяций благоприятна для роста и выживания обеих, причем в естественных условиях ни одна из них не может существовать без другой.

Классический пример мутуализма - сотрудничество между цветковыми растениями и опыляющими их насекомыми. Насекомое получает необходимый ему нектар, а взамен осуществляет столь необходимый для растения акт опыления. При отсутствии опылителей растения во многих случаях оказались бы на грани вымирания, а насекомые без растительной пищи погибли бы. Еще одним примером таких взаимоотношений могут быть термиты и поселяющиеся в их кишечнике простейшие, превращающие целлюлозу древесины в усваиваемые вещества, которыми питаются как они сами, так и термиты.

Преимущества при мутуалистических отношениях могут быть разные. В одних случаях это использование пищевого ресурса одним из партнеров и охрана от посягательств врагов - для другого. Иногда один из видов имеет выигрыш в пище, а другой освобождается при этом от вредителей. Мелкие крабы-отшельники имеют мягкое незащитное тело, и поэтому в качестве убежищ используют пустые раковины. В узком конце такой раковины обычно селится мелкий кольчатый червь. Он использует объедки, оставленные после пиршества краба, а со своей стороны поддерживает чистоту в раковине. Часто на таких раковинах поселяются актинии, которые своими щупальцами отпугивают от крабов хищников, взамен получают возможность мигрировать на новые пищевые поля вместе с раковиной защищаемого ими краба.

Мутуалистическими отношениями является взаимосвязь между жвачными животными (олени, крупный рогатый скот, антилопы) и бактериями, обитающими в их рубце (один из четырех отделов желудка жвачных). Рубец населен многочисленными бактериями из родов *Bacteroides*, *Ruminococcus*, *Clostridium*, *Vethanobacterium* и др. Бактерии рубца приспособлены только к

анаэробным (бескислородным) условиям, и многие виды под воздействием кислорода мгновенно гибнут. Основная пища жвачных - целлюлоза и другие растительные волокна. Однако сами животные лишены ферментов, которые способны разлагать растительный материал. Бактерии же выделяют целлюлозоразрушающие ферменты. Продукты микробной ферментации используются организмом-хозяином, а последний создает для бактерий непрерывный приток субстратов (растительная целлюлоза) и контролирует условия его сбраживания (нейтрализуя слюной излишнюю кислотность среды, где обитают бактерии).

КОНКУРЕНЦИЯ КАК МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Конечно, не все взаимоотношения между популяциями равноценны в экологическом отношении: одни из них встречаются реже, другие необязательны, третьи, такие, как конкуренция, являются главным механизмом возникновения экологического разнообразия.

Конкуренция (от позднелат. «concurrentia, concurrere» - сталкиваться) - такое взаимодействие, когда две популяции (или две особи) в борьбе за необходимые для жизни условия воздействуют друг на друга отрицательно, т.е. взаимно угнетают друг друга.

Конкуренция является главным механизмом возникновения биологического разнообразия. Взаимодействие такого типа приводит к снижению выживаемости конкурирующих особей. Следует отметить, что конкуренция может проявляться и тогда, когда какого-либо ресурса достаточно, но его доступность снижается из-за активного противодействия особей.

Организмы, которые потенциально могут использовать одни и те же ресурсы, называются *конкурентами*. Растения и животные конкурируют друг с другом не только за корм, но и за влагу, жизненное пространство, за убежища, гнездовья – за все, от чего может зависеть благополучие вида.

Конкурентным отношениям между растениями посвящены поэтические строки Николая Заболоцкого:

И то был бой травы, растений молчаливый бой.
Одни, вытягиваясь жирною трубой
И распустив листья, других собою мяли,
И напряженные их сочлененья выделяли
Густую слизь. Другие лезли в щель.
Между чужих листов...

Если конкуренты принадлежат к одному виду, то взаимоотношения между ними называют *внутривидовой конкуренцией*. Конкуренция между особями одного вида является наиболее острой и жесткой в природе, поскольку они имеют одинаковые потребности в экологических факторах. Внутривидовую конкуренцию можно наблюдать в колониях пингвинов, где происходит борьба за жизненное пространство. Каждая особь удерживает свой участок территории и

агрессивно настроена по отношению к соседям. Это приводит к четкому разделению территории внутри популяции. Особи отделяются друг от друга на длину двух клювов.

Следует отметить, что внутривидовая конкуренция на том или ином этапе существования вида встречается почти всегда. Поэтому в процессе эволюции у организмов выработались приспособления, снижающие ее интенсивность. Наиболее важные из них - способность к расселению потомков и охрана границ индивидуального участка (территориальность), когда животное защищает место своего гнездовья или известную площадь в его округе. Так, в период размножения птиц самец охраняет определенную территорию, на которую кроме своей самки не допускает ни одной особи своего вида. Такую же картину можно наблюдать и у некоторых рыб.

Если конкурирующие особи относятся к разным видам, то это **межвидовая конкуренция**. Объектом конкуренции может служить любой ресурс, запасы которого в данной среде недостаточны. Это может быть ограниченная территория распространения, пища, участок для гнезда, элементы питания для растений.

Результатом конкуренции может быть расширение области распространения одного вида за счет сокращения численности или исчезновения другого. Примером может служить активное расширение с конца XIX века своего ареала длиннопалым раком, который посепенно захватил весь Волжский бассейн и добрался до Беларуси и Прибалтики. Здесь он постепенно начал вытеснять родственный вид - рака широкопалого.

Конкуренция может носить достаточно острый характер, например, борьба за гнездовую территорию. Такой тип конкуренции носит название прямой конкуренции. В большинстве случаев такие конфликты происходят между особями одного вида. Однако, часто конкурентная борьба внешне протекает совсем бескровно. Например, на многих хищных животных, конкурирующих за пищу, другие хищники влияют не прямо, а опосредованно, через уменьшение пищи. То же происходит в мире растений, где при конкуренции одни из них влияют на других опосредованно через перехват питательных веществ, солнца или влаги. Этот тип конкуренции носит название косвенной конкуренции.

Конкуренция является одной из причин того, что два вида, слабо различающиеся спецификой питания, поведения, образа жизни и т.д., редко сожительствуют в одном сообществе. Исследования причин и следствий межвидовой конкуренции привели экологов к установлению особых закономерностей в функционировании отдельных популяций. Некоторые такие закономерности были возведены в ранг законов.

Исследуя рост и конкурентные взаимоотношения двух видов реснитчатых инфузорий, советский биолог Георгий Францевич Гаузе провел на них ряд экспериментов, результаты которых опубликовал в 1934 г. Инфузории двух видов *Paramecium caudatum* и *Paramecium aurelia* хорошо росли в монокультуре. Пищей им служили бактериальные или дрожжевые клетки, растущие на регулярно добавляемой овсяной муке. Когда Гаузе помещал оба

вида в один сосуд, каждый вид сначала быстро увеличивал свою численность, но со временем *P. aurelia* начинала расти за счет *P. caudatum*, пока второй вид полностью не исчезал из культуры. Этот период исчезновения одного из видов инфузорий длился около 20 дней.

Таким образом, Г. Гаузе сформулировал **закон конкурентного исключения** (принцип конкурентного исключения), который гласит: **два вида не могут существовать в одном местообитании (в одной и той же местности), если их экологические потребности идентичны.** Поэтому любые два вида с идентичными экологическими потребностями обычно бывают разобщены в пространстве или во времени: они живут в разных биотопах, в разных ярусах леса, обитают на разных глубинах в одном водоеме и т.д.

В качестве примера конкурентного исключения можно привести изменение численности плотвы, красноперки и окуня при их совместном проживании в озерах. Плотва с течением времени вытесняет красноперку и окуня. Исследования показали, что конкуренция сказывается на стадии мальков, когда кормовые спектры молоди перекрываются. В это время мальки плотвы оказываются более конкурентоспособными.

В природе часто конкурирующие за пищу или пространство виды избегают или снижают конкуренцию переселением в другое местообитание с приемлемыми для себя условиями либо переходом на более труднодоступную или трудноусваиваемую пищу, либо сменой времени или места добычи корма. Происходит деление животных на дневные и ночные (ястребы и совы, ласточки и летучие мыши, кузнечики и сверчки, различные виды рыб, проявляющие активность в разное время суток); львы охотятся на более крупных животных, а леопарды - на более мелких; для тропических лесов характерна сложившееся распределение животных и птиц по ярусам.

Примером разделения жизненного пространства может служить раздел сфер питания между двумя видами бакланов - большого и длинноносого. Они обитают в одних и тех же водах и гнездятся на одних и тех же обрывах.

Наблюдения показали, что длинноносый баклан ловит рыбу, плавающую в верхних слоях воды, тогда как большой баклан добывает пищу в основном у дна, где ловит камбал и донных беспозвоночных.

Пространственное разделение можно наблюдать и среди растений. Произрастая совместно в одном местообитании, они простирают свои корневые системы на разную глубину, тем самым разделяя области поглощения питательных элементов и воды. Глубина проникновения может быть от нескольких миллиметров (у корнеподстильных растений, таких как кислица) до десятков метров у крупных деревьев.

ОТНОШЕНИЯ ТИПА ХИЩНИК – ЖЕРТВА

Диапазон отношений типа хищник - жертва довольно широк. Видимо, эти отношения существуют в природе настолько долго, насколько долго существует

сама жизнь. Эволюцию хищника нельзя оторвать от эволюции жертвы и наоборот. Соучастники этих взаимоотношений не могут отстать в эволюции один от другого, потому что это чревато вымиранием как хищника, так и жертвы. Хищники, эволюционируя, вырабатывали множественные уловки, чтобы воздействовать на жертву - это острые зубы и клыки, быстрые ноги, маскирующая окраска, острые втягивающиеся когти, стрекательные клетки, ядовитые железы. Одни хищники вынуждены быстро бегать, другие достигают своей цели, охотясь стаями, третьи отлавливают преимущественно больных, раненых и неполноценных особей. Жертва, в свою очередь, не оставалась в долгу и развивала специфические средства защиты - выросты тела, шипы, колючки, панцири, защитная окраска, способность быстро прятаться, зарываться в грунт, строить убежища.

Все эти ухищрения необходимы и тому, и другому для поддержания процесса прогрессивной эволюции. Разнообразие приемов нападения у хищников и средств защиты у жертв приводит к тому, что добывание пищи и бегство от хищников представляют собой два основных вида активности организмов, приводящих к формированию их особых признаков, которые в перспективе естественный отбор закрепляет как положительные реакции вида.

В целом эволюция жертвы протекает в направлении трудноуловимости и трудноусвояемости для хищников. Хищники же эволюционируют в сторону повышения эффективности охоты и усвояемости своей жертвы.

Исследуя динамику популяций хищника и жертвы, экологи установили, что в природе колебания их численности в некоторых случаях можно представить в виде взаимосвязанных циклов.

Представляет интерес проследить динамику колебания численности популяции леммингов (группа видов полевок) и популяций других животных, обитающих в тундре. Численность леммингов на протяжении трех - пяти лет резко меняется: в неблагоприятный период в тундре остаются единичные зверьки, во время пика - лемминги крайне многочисленны. При их обилии тундра заселяется хищниками - это песец, горностай, белая и болотная совы, мохноногий канюк, поморники, кречет. И всем им хватает корма. Хищники активно размножаются и выращивают многочисленное потомство. В это время в выводках белых песцов может быть до 17 щенков, а белые совы в состоянии выкормить до 10 птенцов.

В подобные годы хищники и большинство птиц охотятся почти исключительно на грызунов.. Их обилие - праздник жизни в тундре. Кулики, утки, гуси, мелкие воробьиные птицы обретают покой, выкармливают свое потомство, несмотря на многочисленных хищников.

Но вот численность леммингов резко падает. Все резко меняется. Некоторые хищники покидают малокормные места и кочуют в поисках пищи. Другие - из-за недостатка леммингов находят более доступные жертвы. Многие хищники не размножаются в такие годы и с большим трудом выкармливают лишь единичных детенышей. Песцы и совы из последних сил пытаются добыть пропитание для умирающих от голода щенков и птенцов. Одни меняют тактику

охоты - выслеживают выводки куликов, нападают на уток и гусей. Другие в поисках пропитания вынуждены откочевывать далеко на юг.

Вслед за уменьшением численности леммингов (жертва) уменьшается численность и питающихся ими хищников. Такие годы почти всеобщих бедствий с регулярностью повторяются в тундрах каждые 3 - 5 лет. Подъемы и спады численности жертвы неминуемо влекут увеличение и последующее уменьшение численности хищников. Затем цикл повторяется. Сходным образом регулярные подъемы и спады численности американского зайца-беляка в Канаде раз в 9-10 лет тесно связаны с соответствующими колебаниями численности рыси.

Колебания численности популяций характерна не только для районов Крайнего Севера, но и для любых местностей с суровыми климатическими условиями, например для пустынь и высокогорий.

Хищники - важное звено в пищевой цепи экосистемы. Наличие их способствует направлению естественного отбора травоядных животных, обеспечивает раннее развитие копытных (некоторые виды антилоп уже спустя 5 мин после рождения вполне самостоятельно передвигаются). В первую очередь хищники уничтожают слабых и больных животных, что особенно важно для малочисленных популяций, находящихся на грани выживания. Человек оказывает регулярное воздействие на хищников путем прямого отстрела и опосредованно. Например, путем выжигания саванн уменьшается численность антилоп, что, в свою очередь, вызывает уменьшение числа хищников.

Исследования показали, что наши предки, объявляя всех хищников врагами, сильно ошибались. Оказывается, не всегда, не везде и не все хищники наши враги. Многие полезны. Так, чрезмерное истребление ястребов, волков, рысей может привести к нарушению равновесия в природе, и как следствие – большой вред ей.

Интересен следующий факт. Выдра, поедающая рыбу в наших водоемах, оказывается не враг, а друг рыболова. В водоемах, где количество выдр уменьшалось, уловы рыбы сначала незначительно повышались, а затем стремительно падали. Когда выдру здесь начинали разводить, рыбы тоже становилось больше. Экологи выяснили, что выдры поедают в основном больных рыб, и тем самым регулируют численность их популяций.

Классическим примером может быть печально известная «антиворобьева» кампания в Китае, когда были уничтожены тысячи особей этих якобы вредящих урожаю зерновых птиц. Местные жители не учли тот факт, что воробьи занимают экологическую нишу хищника по отношению к насекомым-вредителям зерновых посевов. Как только количество воробьев уменьшилось, последовала вспышка размножения вредителей злаковых культур, которая нанесла по-настоящему серьезный урон земледельцам страны.

В 1953 г. фермеры в штате Колорадо (США) начали повсеместно истреблять койотов – мелких степных волков. Они спасали жизнь своим ягнятам и телятам, которых разводили на пастбищах. Однако отсутствие серых хищников повлекло за собой вспышку размножения кроликов. Фермеры,

просчитав затраты, сэкономленные на стоимости ягнят и телят, которых они спасали, отказались от своей затеи, поскольку она не компенсировала ущерба, наносимого их полям и лугам ушастыми обжорами.

Оказалось, если исследовать рацион нескольких койотов, то ущерб от них в случае убийства домашней птицы и скота составлял 500 долларов. В остальном же их пища состояла преимущественно из мышей и крыс, которые, если бы они не были съедены хищниками, уничтожили бы зерна на 700 долларов. Таким образом, благодаря нескольким койотам, получается прибыль в размере 200 долларов.

Существует несколько классификаций хищников. Наиболее проста таксономическая классификация - деление на **настоящих хищников**, поедающих животных - в этом случае хищник нападает на жертву, убивает ее и поедает целиком. К такому типу хищников равно можно отнести льва или волка, питающихся зебрами или зайцами, а также и божью коровку, питающуюся тлей.

Другая группа - **растительноядные хищники** питаются только растениями. При этом растительноядный хищник (хищник пастбищного типа) не умерщвляет жертву, а довольствуется лишь поеданием какой-либо ее части. Пасущиеся животные и питающиеся растениями насекомые не убивают все растение, а лишь съедают часть его. Примерами могут служить дикие травоядные копытные, крупный рогатый скот, колорадский жук, питающийся культурным картофелем,.

Всеядные хищники питаются как животной, так и растительной пищей. Например, наш бурый медведь, который по весне лакомится первой зеленью, древесными почками, летом с удовольствием поедает ягоды, зерна хлебных злаков, но не прочь отведать и животной пищи. Его жертвами становятся и насекомые, и птицы, и рыбы, и мелкие млекопитающие. На Дальнем Востоке взрослый крупный медведь, накапливая на зиму жир, съедает за сутки до ста килограммов лосося. Интересно, что медведи южных мест обитания – преимущественно вегетарианцы.

Кроме того, среди всеядных можно различать хищников, питающихся животными ослабленными, больными и старыми, но оставляющими в неприкосновенности особи, способные к размножению. Такие действия хищников идут на пользу популяции, которая в результате выбраковки неполноценных особей избавляется от балласта. В то же время существуют хищники, питающиеся особями всех возрастных групп без разбора. Такой тип хищничества нарушает потенциал роста популяции жертвы и может повредить ей.

ОТНОШЕНИЯ ТИПА ПАРАЗИТ – ХОЗЯИН

Одним из важных типов взаимоотношений между популяциями в природе являются отношения типа **паразит - хозяин**. Паразитизм - это форма взаимоотношений между двумя организмами разных видов, которые

носят антагонистический характер. Вид-паразит обычно использует другой вид (хозяин) в качестве среды обитания или источника пищи.

Паразитизм известен на всех уровнях организации живого, начиная вирусами и кончая высшими растениями и многоклеточными животными. Можно сказать, что паразитизм - явление всеобщее и довольно распространенное. Почти все живые существа могут подвергаться нападению паразитов. Организмы, которые не поражены какими-либо паразитами - являются большой редкостью. Даже человек является средой обитания для многих паразитов. Паразиты представлены во всех группах растений и животных, однако чем ниже на эволюционной лестнице находится данная группа, тем больше она включает видов-паразитов. К примеру, плоские черви, нематоды и некоторые членистоногие почти целиком состоят из паразитических форм.

Паразиты, питающиеся телом хозяина и обитающие на его поверхности, носят название эктопаразитов. Это блохи, вши, клещи, различные виды тлей. Паразиты, живущие во внутренних тканях, полостях и клетках хозяина, носят название эндопаразитов. Это различные вирусы, бактерии, гельминты и др.

Пути проникновения паразита в организм хозяина многообразны. Они могут попадать в пищеварительный тракт с пищей, могут активно внедряться через кожный покров, передаваться при посредстве переносчиков и т.п. Например, возбудитель тропической малярии *Plasmodium falciparum* вызывает тяжелую форму заболевания, при которой нередко развиваются церебральные нарушения. Переносчиком ее является самка комара из рода *Anopheles*. При множественных укусах этих комаров малярийный паразит проходит тканевый и эритроцитарный циклы развития. С первым связаны сильные боли в области печени, когда плазмодий внедряется в ее клетки. Здесь он недоступен для антималярийных препаратов. После разрушения клеток печени паразит попадает в эритроциты. Эритроцитарный цикл обуславливает возникновение приступов малярии (температура до 42,6°C, озноб). Малярия является довольно распространенной болезнью, особенно в Африке, где от нее ежегодно погибает свыше 1 млн. детей в возрасте до 14 лет.

Все паразиты для обеспечения выживания своего вида должны переходить от хозяина к хозяину. Одни паразиты выработали довольно простой цикл воспроизведения. К примеру, многим бактериям, которые являются причиной таких болезней, как скарлатина, пневмония, дифтерия, достаточно попасть на поверхность тела хозяина или на некоторые его железы внешней секреции. Другие паразиты выработали довольно сложные циклы развития. К примеру, в кишечнике лисицы обитает ленточный червь, откладывающий там крошечные яйца. Вместе с экскрементами животного яйца попадают на землю или траву. Чтобы снова попасть в кишечник лисицы, на помощь паразиту приходят промежуточные хозяева. Зайцы, поедая траву, захватывают яйца червя. В его организме они превращаются в личинки и застревают там до поры до времени в виде цисты - покоящейся стадии. Теперь все зависит от сноровки и прыткости лисицы, которая охотится за зайцем. Если ей удастся поймать его, цисты в ее

кишечнике превратятся во взрослого червя и жизненный цикл паразита начнется сначала.

Взаимоотношения между человеком и различного рода паразитами установились с незапамятных времен. Ко многим паразитам человеческий организм приобрел невосприимчивость, но к некоторым, таким, как переносчики туберкулеза, сифилиса, гриппа, еще не найдено эффективного противоядия. Следуя поговорке, что болезнь легче предупредить, чем лечить, человек наконец-то понял, что истинная причина большинства болезней - это нарушение экологической среды.

Большинство болезней человека сегодня - это болезни цивилизации. Они проникали и проникают в самые отдаленные уголки земного шара вместе с развитием цивилизации. Особенно опасны новые болезни для сравнительно небольших замкнутых экосистем островов. Туземцы многих плотно заселенных островов Тихого океана до появления европейцев были необыкновенно здоровыми, так как у них выработался стойкий иммунитет к местным заболеваниям. Однако они оказались совершенно беззащитными против болезней, принесенных на их острова белыми. То же касается и различных групп туземцев, обитающих в тропических лесах Африки и Южной Америки. Полукочевые племена охотников и собирателей обычно мало подвержены таким местным болезням как малярия. А вот обыкновенные грипп, корь, свинка, краснуха являются причиной повышенной смертности, поскольку у аборигенов нет против них врожденной сопротивляемости. Туземцы уединенного острова Пасхи страдают от вспышек гриппа, возникающего регулярно через 1-2 месяца после посещения острова чилийским инспекционным судном.

Среди растений и грибов также известно много паразитических видов. Одни растения-паразиты содержат хлорофилл и могут вырабатывать органические вещества, т.е. являются, собственно говоря, полупаразитами. Это паразитирующая на березах, осинах, ивах, дубах, соснах омела, которую часто можно встретить в белорусских лесах. Фотосинтез она осуществляет сама, а воду и минеральные соли добывает из ветвей растений, на которых живет, пуская вглубь древесных тканей особые присоски. К полупаразитам относится также луговое растение погребок. Под землей его корни паразитируют на корнях других растений. Иногда он настолько спешит, что присасывается к корням своих собратьев - таких же погребков. Но обычно погребок паразитирует на корнях других растений. Чаще всего это злаки, но могут быть и другие зеленые растения.

Из типичных растительных паразитов можно указать растения, обитающие в наших лесах: петров крест, подбельник обыкновенный, гнездовка настоящая и другие виды растений.

Краткое резюме

Популяция – группа особей одного вида, длительное время проживающая на определенной территории, свободно скрещивающаяся между собой и дающая плодородное потомство. Характеризуется численностью, плотностью,

рождаемостью, смертностью, возрастной структурой. Основными межпопуляционными взаимоотношениями являются нейтрализм, взаимное конкурентное подавление, конкуренция за общий ресурс, аменсализм, хищничество, протокооперация, симбиоз, хищничество, паразитизм.

Вопросы для повторения

6. Дайте определение популяции.
7. Какое место занимает популяция в общей иерархической системе уровней организации живой материи?
8. Почему носителем признаков популяции является группа особей, а не отдельные организмы?
9. Какой тип распределения особей наиболее распространен в природе?
10. Какие возрастные группы в популяции вы знаете?
11. Чем максимальная рождаемость отличается от рождаемости экологической?
12. Перечислите основные типы взаимоотношений между популяциями.
13. Чем протокооперация отличается от мутуализма?
14. В чем сущность нахлебничества и квартиранства?
15. Какие конкурентные отношения наиболее жесткие – межвидовые или внутривидовые, и почему?
16. Какой закон открыл Г. Гаузе?
17. Каким образом живые организмы могут разделять жизненное пространство?
18. Какие организмы относятся к хищникам, паразитам?
19. Объясните суть отношений типа хищник – жертва.

Темы для докладов на семинарах

1. Популяция как саморегулирующаяся система.
2. Уровни организации живой природы. Надорганизменные уровни.
3. Основные популяционные характеристики.
4. Основные типы взаимоотношений между популяциями.
5. Конкуренция как популяционная характеристика. Закон конкурентного исключения Г. Гаузе.
6. Отношения в популяциях типа хищник – жертва.
7. Отношения в популяциях типа паразит – хозяин.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2-х томах М., 1989.

- Гиляров А.М. Популяционная экология: Учеб.пособие. - М., 1990.
- Дажо Р. Основы экологии. М., 1975.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2003.
- Марков М.В. Популяционная биология растений: Учебн.-метод. пособие. - Казань, 1986.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. - М., 1986.
- Пианка Э. Эволюционная экология. – М., 1981. Риклефс Р. Основы общей экологии. – М., 1989.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. М., 1988.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерк учения о популяциях. - М., 1973.
- Яблоков А.В. Популяционная биология. – М., 1987.

Дополнительная

- Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
- Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. Киев, 1987.
- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. Ростов на Дону, 1996.
- Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.
- Шилов И.А. Экология: Учеб.пособие для биол. и мед. спец. вузов. - М., 1997.

ЛЕКЦИЯ 5

БИОЦЕНОЗ

План лекции:

1. Понятие биоценоза
2. Видовая структура биоценоза
3. Пространственная структура биоценоза
4. Автотрофные и гетеротрофные организмы
5. Трофическая структура биоценоза
6. Цепи питания и трофические уровни
7. Экологические пирамиды
8. Отношения организмов в биоценозах
9. Продуктивность биоценозов
10. Экологическая ниша
11. Экотоны, понятие краевого эффекта

ПОНЯТИЕ БИОЦЕНОЗА

Совместно обитающие в природе популяции животных, растений, микроорганизмов, грибов образуют определенное природное единство. Организмы не обитают на Земле как независимые особи. Они образуют в природе закономерные комплексы. Немецкий гидробиолог Карл Август Мёбиус в конце 70-х годов XIX в. изучал комплексы донных животных – скопления устриц (устричные банки). Он наблюдал, что вместе с устрицами здесь встречались и такие разнообразные животные как морские звезды, иглокожие, мшанки, черви, асцидии, губки и другие. Ученый сделал вывод, что все эти животные не случайно живут совместно, в одном местообитании. Они нуждаются в тех же условиях, что и многочисленные устрицы. Такие группировки появляются благодаря сходным требованиям к факторам окружающей среды. Таким образом, комплексы живых организмов, постоянно встречающихся вместе в различных пунктах одного и того же водного бассейна при наличии одинаковых условий существования, Мёбиус назвал биоценозами. Термин **биоценоз** (от греч. «bios» - жизнь и «koínos» - общий, делать что-либо общим) был впервые введен им в научную литературу в 1877 г.

Биоценоз – это второй (вслед за популяцией) надорганизменный уровень организации живых систем. Это довольно устойчивое биологическое образование, так как обладает способностью к самоподдержанию своих природных свойств и видового состава при внешних воздействиях, вызываемых обычными изменениями климатических и других факторов. Его устойчивость определяется не только устойчивостью входящих в него популяций, но и особенностями взаимодействия между ними.

Биоценоз – это исторически сложившиеся группировки растений, животных, грибов и микроорганизмов, населяющее относительно однородное жизненное пространство (участок суши или водоема).

Итак, каждый биоценоз состоит из определенной совокупности живых организмов, относящихся к разным видам. Но мы знаем, что особи одного вида объединяются в природные системы, которые называются популяциями. Поэтому **биоценоз может быть определен также и как совокупность популяций всех видов живых организмов, заселяющих общие места обитания.** Биоценоз – следующий, после популяции, уровень организации надорганизменных систем.

«Каждое местообитание устриц, - писал в своем труде Мёбиус, - является сообществом живых существ, собранием видов и скоплением особей, которые находят здесь все необходимое для их роста и существования, то есть соответствующий грунт, достаточно пищи, надлежащую соленость и благоприятную для их развития температуру... Наука, однако, не имеет слова, которым такое сообщество живых существ могло бы быть обозначено; нет слова для обозначения сообщества, в котором сумма видов и особей, постоянно ограничиваемая и подвергающаяся отбору под влиянием внешних условий жизни, благодаря размножению непрерывно владеет некоторой определенной территорией. Я предлагаю для такого сообщества слово «биоценозис».

Следует отметить, что термин «биоценоз» получил распространение в научной литературе на немецком и русском языках, а в англоязычных странах этому понятию соответствует термин «сообщество» (community). В русской литературе термин «биоценоз» широко использовали такие классики науки, как В.В.Докучаев, Г.Ф.Морозов, В.Н.Сукачев. Однако, строго говоря, термин «сообщество» синонимом биоценоза не является. Так, если биоценоз можно назвать многовидовым сообществом, то популяция (составная часть биоценоза) есть одновидовое сообщество.

Заслуга Мёбиуса в том, что он не только установил наличие органических сообществ и предложил для них название «биоценоз», но и сумел раскрыть многие закономерности их формирования и развития. Тем самым были заложены основы важного направления в экологии – биоценологии (экология сообществ).

В состав биоценоза входят совокупность растений на определенной территории – *фитоценоз* (от греч. «phyton» – растение), совокупность животных, проживающие в пределах фитоценоза – *зооценоз* (от греч. «zoon» – животное), *микробоценоз* – совокупность микроорганизмов, населяющих почву и *микоценоз* (от греч. «mykes» – гриб) – совокупность грибов. Примерами биоценозов являются лиственный, еловый, сосновый или смешанный лес, луг, болото и т.д.

Каждый биоценоз развивается в пределах однородного пространства, которое характеризуется определенным сочетанием абиотических факторов. К ним могут относиться количество приходящей солнечной радиации, температура, влажность, химический и механический состав почвы, ее кислотность, рельеф местности и др. Такое однородное природное жизненное пространство (часть абиотической среды), занимаемое биоценозом, называется **биотоп**. Это может быть какой-либо участок суши или водоема, берег моря или склон горы. Биотоп – это неорганическая среда, которая является необходимым условием существования биоценоза. Между биоценозом и биотопом существует тесное взаимодействие.

Масштабы биоценозов могут быть различны – от сообществ подушек лишайников на стволах деревьев, моховых кочек на болоте или разлагающегося пня, до населения целых ландшафтов. Так, на суше можно выделить биоценоз суходольного (незаливаемого водой) луга, биоценоз сосняка-беломошника, биоценоз ковыльной степи, биоценоз пшеничного поля и т.д.

В водной среде биоценозы обычно выделяют в соответствии с экологическим подразделением частей водоемов – биоценоз прибрежных песчанистых или илистых грунтов, биоценоз приливной зоны моря, биоценоз крупных водных растений прибрежной зоны озера и т.д.

В конкретный биоценоз включаются не только организмы, постоянно обитающие на определенной территории, но и те, которые оказывают существенное воздействие на его жизнь

Например, многие насекомые размножаются в водоемах, где служат важным источником питания рыб и некоторых других животных. В молодом

возрасте они входят в состав водного биоценоза, а во взрослом состоянии ведут наземный образ жизни, т.е. выступают как элементы сухопутных биоценозов. Зайцы могут питаться на лугу, а обитать в лесу. То же касается и многих видов лесных птиц, которые ищут себе пропитание не только в лесу, а и на прилегающих лугах или болотах.

В водной среде биоценозы обычно выделяют в соответствии с экологическим подразделением частей водоемов – биоценоз прибрежных песчаных или илистых грунтов, биоценоз приливной зоны моря, биоценоз крупных водных растений прибрежной зоны озера и т.д.

ВИДОВАЯ СТРУКТУРА БИОЦЕНОЗА

Видовая структура биоценоза складывается совокупностью составляющих его видов. В одних биоценозах могут преобладать животные виды, как, например, биоценоз кораллового рифа. В других биоценозах – лесных – главную роль играют растения: биоценоз пойменного луга, ковыльной степи, елового, березового, дубового леса. Количество видов (видовое разнообразие) в различных биоценозах разное и зависит от их географического положения. Установлено, что оно уменьшается от тропиков в сторону высоких широт, что объясняется ухудшением условий жизни организмов.

Самая известная закономерность изменения видового разнообразия – его уменьшение от тропиков в сторону высоких широт. Причем, это касается всех групп наземных и водных организмов, начиная от двустворчатых моллюсков, муравьев и летающих насекомых до пресмыкающихся, птиц, деревьев.

Чем ближе к экватору, тем богаче и разнообразнее становятся флора и фауна. Это относится ко всем формам жизни, начиная от водорослей и лишайников до цветковых растений, от насекомых до птиц и млекопитающих.

В дождевых лесах бассейна Амазонки на площади около 1 га можно насчитать до 400 деревьев, более чем 90 видов. Кроме этого, многие деревья служат опорой для других растений. На ветвях и стволе каждого дерева произрастают до 80 видов эпифитных растений.

Примером высочайшего видового разнообразия может служить один из вулканов на Филиппинах. На его склонах произрастает больше древесных видов, чем на всей территории США!

По сравнению с тропиками биоценоз соснового леса в условиях умеренной зоны Европы может включать максимум до 8-10 видов деревьев на 1 гектар, а на севере таежной области на такой же площади присутствуют 2-5 видов.

Разнообразие растений представляет большой выбор корма для животных. Многообразие млекопитающих здесь способствует большое количество видов летучих мышей, которые питаются насекомыми. Число последних в тропиках достигает 1 миллиона видов. Пищей для насекомых служат тропические фрукты, цветы и листва, которыми богаты тропические леса.

Наиболее бедными биоценозами по набору видов являются альпийские и арктические пустыни, самыми богатыми – тропические леса. В тропических

лесах Панамы обитает в три раза больше видов млекопитающих и птиц, чем на Аляске. Правда, не обходится и без исключений. Пингвины и тюлени приполярных областей здесь наиболее разнообразны. Однако, в тропиках таких групп животных, не встречающихся в более высоких широтах значительно больше.

Наиболее простым показателем видового разнообразия биоценоза является общее число видов - видовое богатство. Если какой-либо вид растения (или животного) количественно преобладает в сообществе (имеет большую биомассу, продуктивность, численность или обилие), то такой вид называется **доминантом**, или **доминирующим видом** (от латинского слова «доминантис» - господствующий).

Доминантные виды есть в любом биоценозе. В ельнике могучие ели, используя основную долю солнечной энергии, наращивают наибольшую биомассу, затеняют почву, ослабляют движение воздуха и создают массу удобств для жизни других обитателей леса.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА БИОЦЕНОЗА

Виды могут по-разному распределяться в пространстве в соответствии с их потребностями и условиями местообитания. Такое распределение видов, составляющих биоценоз, в пространстве называется **пространственной структурой биоценоза**. Проблема определения пространственной структуры биоценоза сводится в общих чертах к расчленению его на различающиеся между собой внутриценозные части и выяснению их характера, их связей и меры зависимости их друг от друга и от условий среды.

Различают вертикальную и горизонтальную структуру биоценоза.

Вертикальная структура биоценоза образована отдельными его элементами, особыми слоями, которые называются ярусы. **Ярус - совместно произрастающие группы видов растений, различающиеся по высоте и по положению в биоценозе ассимилирующих органов (листья, стебли, подземные органы - клубни, корневища, луковичы и т.п.).** Как правило, разные ярусы образованы разными жизненными формами (деревьями, кустарниками, кустарничками, травами, мхами). Наиболее четко ярусность выражена в лесных биоценозах.

Первый **древесный ярус** здесь обычно состоит из высоких деревьев с высоко расположенной листвой, которая хорошо освещается солнцем. Неиспользованный свет может поглощаться деревьями поменьше, образующих второй подпологовый ярус.

Оставшиеся около 10% солнечной радиации перехватывается **ярусом подлеска**. Его составляют кустарники и кустарниковые формы древесных пород, например, орешник, рябина, крушина, ива, яблоня лесная и т.п. На открытых местах, в нормальных экологических условиях, многие кустарниковые формы таких пород как рябина, яблоня, груша имели бы вид деревьев первой величины. Однако под пологом леса, в условиях затенения и нехватки элементов питания,

они обречены на существование в виде низкорослых, зачастую не дающих семян деревьев. По мере развития лесного биоценоза, такие породы никогда не выйдут в первый древесный ярус. Этим они отличаются от следующего яруса лесного биоценоза.

Ярус подроста. К нему относятся молодые невысокие (от 1 до 3-5 м) деревца, которые в будущем, в перспективе, смогут выйти в первый ярус. Они относятся к так называемым лесообразующим породам. Это ель, сосна, дуб, граб, береза, осина, ясень, ольха черная и др. Данные породы образуют основные лесные массивы. И, хотя условия освещенности, увлажнения, питания для них не совсем благоприятны, они, благодаря своей конкурентноспособности, могут в будущем достичь первого яруса, и образовать биоценозы со своим господством.

Незначительная часть солнечной радиации используется растениями травяного покрова, которые образуют **травяно-кустарничковый ярус**. Сюда относятся наши лесные травы и кустарнички: ландыш, кислица, земляника, брусника, черника, папоротники.

Напочвенный слой мхов и лишайников формирует **мохово-лишайниковый ярус**. Итак, схематично в лесном биоценозе выделяются древостой, подлесок, подрост, травяной покров, и мохово-лишайниковый ярус. Исследования лесоводов показали, что если над кронами высоких деревьев освещенность составляет 100%, то под ними эта цифра уменьшается до 60%. До поверхности же почвы – травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов доходит всего лишь 4-5% солнечного света. Таким образом, от такого экологического фактора, как количество света, в первую очередь зависит ярусность любого лесного биоценоза.

Следует отметить, что ярусов может быть меньше (например, отсутствуют кустарники), или больше (в сложных смешанных древостоях с несколькими древесными породами). В состав ярусов не включают лианы, эпифиты (растения, проживающие на других растениях, но не являющиеся паразитами, например, мхи и лишайники на стволах деревьев), а также растения-паразиты, которые выделяются в группу **внеярусной растительности**, поскольку затруднительно отнести их какому-либо конкретному ярусу. В лесах умеренного пояса можно выделить 2-3 (реже больше) ярусов. В тропических лесах ярусы выделить довольно сложно, хотя разные виды деревьев характеризуются разной высотой.

Подобно распределению растительности по ярусам, в биоценозах разные виды животных также занимают определенные уровни. В почве живут почвенные черви, микроорганизмы, землеройные животные. В листовом опаде, на поверхности почвы живут различные многоножки, жуки, клещи и другие мелкие животные. В верхнем пологе леса гнездятся птицы, причем, одни могут питаться и гнездиться ниже верхнего яруса, другие в кустарниках, а третьи возле самой земли. Крупные млекопитающие обитают в нижних ярусах.

Ярусность присуща и биоценозам океана и морей. Разные виды планктона держатся различной глубины, в зависимости от освещения. Также разные виды рыб обитают на разной глубине, в зависимости от того, где они находят себе пропитание.

Особи живых организмов распределены в пространстве неравномерно. Обычно они составляют группировки организмов, что является приспособительным фактором в их жизни. Такие группировки организмов определяют **горизонтальную структуру биоценоза - горизонтальное распределение особей видов, образующих различного рода узорчатость, пятнистость каждого вида.**

Примеров такого распределения можно привести множество. Это многочисленные стада зебр, антилоп, слонов в саванне, колонии кораллов на морском дне, косяки морских рыб, стаи перелетных птиц.

Такие же примеры можно привести и для растений: заросли тростников и водных растений, скопления мхов и лишайников на почве в лесном биоценозе, пятна вереска или брусники в лесу.

Наличие горизонтальных элементов биоценоза, мозаичности, имеет довольно важное значение для жизни сообщества. Мозаичность позволяет более полно использовать различные типы микроместообитаний. Особям, образующим группировки, свойственна высокая выживаемость, они наиболее эффективно используют пищевые ресурсы.

Это ведет к увеличению и разнообразию видов в биоценозе, способствует его устойчивости и жизнеспособности.

К элементарным единицам горизонтального строения растительных сообществ относятся такие структурные единицы как микроценоз и микрогруппировка.

Микроценоз (от греч. "микрос" - малый и "койнос" - общий) - наименьшая по размерам структурная единица горизонтального расчленения сообщества, которая включает все ярусы. Почти каждое сообщество включает в себя комплекс микросообществ или микроценозов.

Микрогруппировка - Сгущение особей одного или нескольких видов в пределах яруса, внутриярусные мозаичные пятна. Например, в моховом ярусе можно выделить различные пятна мхов с доминированием одного или нескольких видов. В травяно-кустарничковом ярусе можно выделить микрогруппировки черничные, чернично-кисличные, голубично-сфагновые и т.п.

Наличие мозаичности имеет довольно важное значение для жизни сообщества. Мозаичность позволяет более полно использовать различные типы микроместообитаний. Особям, образующим группировки, свойственна высокая выживаемость, они наиболее эффективно используют пищевые ресурсы. Это ведет к увеличению и разнообразию видов в биоценозе, способствует его устойчивости и жизнеспособности.

АВТОТРОФНЫЕ И ГЕТЕРОТРОФНЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Растения синтезируют органические вещества, используя энергию солнечного света и поглощая питательные вещества из почвы и воды. Эти соединения служат растениям материалом, из которого они образуют свои

ткани, и источником энергии, необходимой им для поддержания своих функций. Для высвобождения запасенной химической энергии растения разлагают органические соединения на исходные неорганические компоненты - диоксид углерода, воду, нитраты, фосфаты и другие, завершая тем самым круговорот питательных веществ.

Немецкий физиолог Вильгельм Пфедер в 1860 г. Впервые произвел классификацию живых существ по принципу их питания. Это деление сохранилось и до нашего времени.

Все зеленые растения были названы им автотрофными (самопитающимися). Они сами могут вырабатывать вещества, необходимые для их жизнедеятельности, пользуясь косными, с жизнью несвязанными химическими продуктами. Зеленые растения самостоятельно образуют органическое вещество, используя энергию солнца, углекислый газ, воду и растворенные в ней минеральные соли.

Пфедер исходил из того, что зеленое растение в природе не нуждается в притоке органического вещества извне, а само может синтезировать его в процессе фотосинтеза. Только исключительно зеленым растениям природой дано искусство создавать органические вещества из воды и воздуха, используя солнечную энергию. Пфедер назвал их **автотрофами**, что буквально означает «самопитающиеся, самокормящиеся» (от греч. «авто» - сам и «трофе» - кормиться, питаться). Автотрофные растения не только кормятся сами, но и кормят все остальные живые организмы. Это кормильцы биосферы. Таким образом, можно сказать, что жизнь есть создание солнечного луча.

Организмы, которые нуждаются в готовом органическом веществе, образованном другими, Пфедер назвал **гетеротрофами**, что означает «питающиеся другими» (от греч. «гетер» - другой). К таким организмам относятся все животные, которые извлекают необходимую им энергию из готовой пищи, поедая растения или других животных. Сюда же можно отнести группу бесхлорофильных растений-паразитов, которые, присасываясь к корням своих собратьев в буквальном смысле тянут из них соки. В мире растений это наш лесной Петров-крест, или полевая заразиха.

И еще одна группа организмов обладает смешанным механизмом питания. Они носят название миксотрофы (например, полупаразит омела, которая органические вещества образует в своих зеленоватых листьях, а минеральные вещества получает, используя соки растения-хозяина).

Следовательно, в основе жизни на Земле лежат зеленые растения, которые обладая механизмом фотосинтеза, образуют органические вещества, служащие питанием для всех остальных организмов. В своей лекции «О космической роли растения» русский физиолог К.Тимирязев говорил: «Таким образом, зерно хлорофилла – исходная точка всякого органического движения, всего того, что мы разумеем под словом жизнь».

Специализация живых форм в качестве производителей и потребителей пищи создает в биологических сообществах определенную энергетическую структуру, называемую трофической структурой, в пределах которой происходят

перенос энергии и круговороты питательных веществ. В каждом звене пищевой цепи, на каждом трофическом уровне сообщества большая часть поглощаемой с пищей энергии рассеивается в виде тепла, движения, а у светящихся организмов - в виде света. Ни одна из этих форм энергии не может быть использована другими организмами, следовательно, при переходе к каждому последующему звену пищевой цепи общее количество пригодной для использования энергии, передаваемой на следующий, более высокий трофический уровень, уменьшается.

Пищевые цепи присутствуют как на суше, так и в водной среде, например в океане. На самых высоких уровнях пищевой цепи находятся крупные свободноплавающие хищники: кальмары, рыбы, дельфины, тюлени и киты. Эти выносливые пловцы известны под названием «нектон», и они также опутаны узами иерархии хищников и добычи. Так, питающиеся планктоном рыбы, такие, как сельдь, служат пищей тунцам, которые в свою очередь становятся добычей акул. В целом, чем выше ранг вида в пищевой цепи, тем малочисленнее его популяция и ниже его плотность, т.е. передача питательных веществ от жертвы к хищнику происходит малоэффективно. Для того, чтобы вырастить фунт зоопланктона, требуется около десяти фунтов фитопланктона и десять фунтов зоопланктона, чтобы получить один фунт сельди. И такой же коэффициент преобразования сохраняется вплоть до высших звеньев пищевой цепи.

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БИОЦЕНОЗА

Взаимодействия организмов, занимающих определенное место в биологическом круговороте в биоценозах определяет **трофическую структуру биоценоза** (от греч. трофе – питание).

В биоценозе различают три группы организмов, связанных между собой разнообразными пищевыми взаимоотношениями.

1. Продуценты (от лат. *producens* – производящий) - организмы, синтезирующие из неорганических веществ (главным образом воды и двуокиси углерода) все необходимые для жизни органические вещества, используя солнечную энергию (все зеленые растения, цианобактерии и некоторые бактерии), или энергию окисления неорганических веществ (серобактерии, железобактерии и др.). Обычно под продуцентами понимают зеленые хлорофиллоносные растения, дающие первичную продукцию. Общий вес сухого вещества фитомассы (массы растений) оценивается в $2,42 \times 10^{12}$ т. Это составляет 99% всего живого вещества на Земле. И лишь 1% приходится на долю гетеротрофных организмов.

Поэтому только растительности планета Земля обязана существованию на ней жизни. Именно зеленые растения создали необходимые условия для появления и существования вначале разнообразного доисторического зверья, а затем и человека. Погибая, растения аккумулировали энергию в отложениях каменного угля, торфе и даже нефти.

Растения-продуценты дают человеку пищу, сырье для промышленности, лекарства. Они очищают воздух, задерживают пыль, смягчают температурный режим воздуха, приглушают шумы. Благодаря растительности существует то огромное разнообразие животных организмов, которыми населена Земля. Продуценты составляют первое звено в пищевой цепи и лежат в основе экологических пирамид.

2. Консументы (от лат. *consumo* - потребляю), потребители - гетеротрофные организмы, которые питаются готовым органическим веществом. Консументы сами не могут строить органическое вещество из неорганического и получают его в готовом виде, питаясь другими организмами. В своих телах они преобразуют органику в специфические формы белков и других веществ, а в окружающую среду выделяют отходы, которые образуются в процессе их жизнедеятельности. Количество органического вещества (биомасса), образованного консументами носит название вторичной продукции.

К консументам (потребителям) относятся животные и человек. К ним также можно отнести и растения-паразиты, которые в своих клетках не имеют хлорофилла, и которые не могут самостоятельно образовывать органические вещества.

Кузнечик, заяц, антилопа, олень, слон, то есть травоядные животные – это консументы первого порядка. Жаба, схватившая стрекозу, божья коровка, питающаяся тлей, волк, закусывающий зайцем, - все это консументы второго порядка. Аист, поедающий лягушку, коршун, уносящий в небо курицу, змея, глотающая ласточку – консументы третьего порядка. Таким образом, мельчайшую тлю и громадного слона роднит принадлежность к великому братству консументов – потребителей растительной пищи.

3. Редуценты (от лат. *reducens, reducentis* — возвращающий, восстанавливающий) — организмы, разрушающие мертвое органическое вещество и превращающие его в неорганические вещества, которые в состоянии усваивать другие организмы (продуценты).

Основными редуцентами являются бактерии, грибы, простейшие, т.е. находящиеся в почве гетеротрофные микроорганизмы. Если снижается их активность (например, при использовании человеком сильно действующих пестицидов), то ухудшаются условия для продукционного процесса растений и консументов. Мертвые органические остатки, пусть это будет гниющий в лесу древесный пень, или труп какого-либо животного не исчезают в никуда. Обычно для процесса их утилизации мы используем глагол «гнить» или «перегнить». Все это так, но без участия особых организмов сама по себе мертвая органика не смогла бы перегнить. В качестве могильщиков и выступают редуценты (деструкторы, разрушители).

Характерная черта этих организмов – способность к разложению. Они окисляют мертвые органические остатки до CO_2 , H_2O и простых солей. Р. полностью разлагают все растительные и животные остатки до неорганических составляющих, которые снова могут быть вовлечены в круговорот веществ, тем самым, замыкая его. Они вызывают брожение и гниение остатков живых

существ и разнообразных органических отходов. Конечная цель работы редуцентов – разложение мертвого органического вещества на составляющие его компоненты. Так восстанавливается неорганическая материя.

ЦЕПИ ПИТАНИЯ И ТРОФИЧЕСКИЕ УРОВНИ

Энергия, содержащаяся в одних организмах потребляется другими организмами. **Перенос веществ и заключенной в них энергии от автотрофов к гетеротрофам, происходящий в результате поедания одними организмами других, называется пищевой цепью.** Число звеньев в ней может быть различным, но обычно их бывает от 3 до 5.

Огромную роль в воспроизводстве жизни играет энергия Солнца. Количество этой энергии очень велико (примерно 55 ккал на 1 см² в год). Из этого количества продуценты — зеленые растения в результате фотосинтеза фиксируют не более 1 — 2 % энергии, а в пустынях и в океане — сотые доли процента. Энергия, содержащаяся в органическом веществе одних организмов, потребляется другими организмами. Однако, общая закономерность процесса передачи энергии остается: через верхние трофические уровни ее проходит значительно меньше, чем через нижние.

Вот почему число звеньев в пищевой цепи может быть различным, но обычно они не могут иметь более 3-5 (редко 6) звеньев, а экологические пирамиды не могут состоять из большого количества этажей. К конечному звену пищевой цепи, так же как и к верхнему этажу экологической пирамиды будет поступать так мало энергии, что ее не хватит в случае увеличения числа организмов.

Совокупность организмов, объединенных одним типом питания и занимающих определенное положение в пищевой цепи носит название трофический уровень. К одному трофическому уровню принадлежат организмы, получающие свою энергию от Солнца через одинаковое число ступеней.

Первый трофический уровень занимают автотрофы, зеленые растения (продуценты), первичные потребители солнечной энергии. Второй - растительноядные животные (консументы первого порядка), третий - хищники, питающиеся растительноядными животными (консументы второго порядка), и паразиты первичных консументов. И, наконец, вторичные хищники (консументы третьего порядка) и паразиты вторичных консументов образуют четвертый трофический уровень. Трофических уровней может быть и больше, когда учитываются паразиты, живущие на консументах предыдущих уровней. Организмы, стоящие на каждом трофическом уровне, приспособлены природой для потребления определенного вида пищи, в качестве которой выступают организмы предыдущего трофического уровня (или нескольких предыдущих уровней).

Простейшая пищевая цепь (или цепь питания) может состоять из фитопланктона, затем более крупных травоядных планктонных ракообразных

(зоопланктон) и заканчивается китом (или мелкими хищниками), которые фильтруют этих ракообразных из воды. Всем известная примета погоды, когда ласточки летают низко над землей, тоже повинуются биологическому закону пищевой цепи. Как известно, при низком полете ласточек обычно ожидают ухудшения погоды и близящегося дождя. Комары - любимое лакомство ласточек постоянны в своей любви к атмосферному давлению. Если оно понижается, то меняют «воздушный коридор» и комары, а за ними вниз к земле устремляются ласточки. Комары для них - одно из основных звеньев в пищевой цепи. Глядя на низко летающих пернатых, мы говорим, что это - к дождю, и в большинстве случаев оказываемся правыми.

Природа сложна. Все ее элементы, живые и неживые: почвы, леса, звери, насекомые, птицы — одно целое, комплекс приспособленных друг к другу, взаимодействующих и взаимосвязанных явлений и существ. Все это звенья одной цепи. И если удалить хотя бы одно такое звено из общей цепочки, результаты могут быть совсем непредвиденными.

Например, вдоль западных берегов Южной Америки, на стыке холодного Гумбольдтова течения и океанских теплых вод, издавна водилось бесчисленное множество анчоусов (мелкие морские рыбы отряда сельдеобразных). Суда прибрежных стран - Эквадора, Перу и Чили промышляли их у себя, так сказать, под боком. Безудержный промысел привел к тому, что анчоусов почти не стало. А нужно отметить, что по численности и биомассе эти рыбки занимают одно из первых мест в мире, причем, на долю перуанского анчоуса (*Engraulis ringens*) приходилось около 80% их численности. В чем же причина? В том, что, затронутыми оказались некоторые звенья пищевой цепи. Экологи установили, что на приморских скалах вдоль западных берегов Южной Америки обитало около двух десятков миллионов морских птиц, которые кормились в основном анчоусами. Птицы, летая над морем, роняли в него свой помет. В океан поступали азотистые удобрения, необходимые фитопланктону. Им кормился зоопланктон, зоопланктоном - анчоусы, а анчоусами - птицы. Резко уменьшилось количество рыб, начался массовый голод у птиц, они погибали. Соответственно, фитопланктон не получал соответствующих элементов питания, его становилось меньше, соответственно меньше зоопланктона и анчоусов. Круг замкнулся. Сейчас на лов анчоусов наложен запрет. Надеются, что численность их возрастет, и все по-прежнему будет благополучно.

Вот из каких невидимых, но прочных нитей зависимости сплетена живая ткань природы. Подобных примеров много. Ведь в этом мире все зависит от всех!

Разрыв цепей питания может весьма пагубно отразиться на состоянии природных биоценозов. Особенно негативное воздействие может сказаться на биоценозах леса: будь это лесные биоценозы умеренной зоны, либо отличающиеся богатым видовым разнообразием биоценозы тропического леса. В природе достаточно случаев, когда многие виды деревьев, кустарников или травянистых растений пользуются услугами определенного опылителя: будь то пчелы, осы, бабочки или колибри, обитающие в пределах ареала данного

растительного вида. Как только погибнет последнее цветущее дерево, или травянистое растение, как опылитель вынужден будет покинуть данное местообитание. В результате погибнут питающиеся этими травянистыми или плодами дерева фитофаги (травоядные). Без пищи останутся охотившиеся на фитофагов хищники... и далее изменения последовательно коснутся остальных звеньев пищевой цепи. В итоге эти изменения скажутся и на человеке, поскольку у особей человека есть свое определенное место в пищевой цепи.

Шуточный хрестоматийный пример показывает, что в природе существует биологическая связь между старыми девами и... бараньими котлетами.

Старые девы, как известно, очень любят кошек и разводят их во множестве. Кошки - охотятся за мышами. Мыши разоряют гнезда шмелей. Вот поэтому гнезда шмелей особенно многочисленны около городов и деревень: здесь много кошек и меньше полевых мышей. Шмели опыляют красный клевер. Пчелы почти не посещают его: хоботок короткий. Длина его всего 6-7 миллиметров, и пчелы не могут дотянуться до нектарников. Лишь шмели (у них хоботок подлиннее — 9-20 миллиметров) умудряются достать нектар из цветков красного клевера. Где нет шмелей, там клевер не дает семян и вымирает. Где шмели есть, клевер отлично растет, стада баранов хорошо на нем откармливаются, а от барана до бараньей котлеты рукой подать. Вот вам и пищевая цепь: клевер — шмели — мыши — кошки.

Трофические цепи можно разделить на два основных типа: пастбищную цепь (или цепь выедания) и детритную цепь. Пищевые цепи, которые начинаются с автотрофных фотосинтезирующих организмов, называются **пастбищными**, или цепями выедания. На вершине пастбищной цепи стоят зеленые растения. На втором уровне пастбищной цепи стоят обычно фитофаги, то есть животные, питающиеся растениями, в частности травоядные. Примером пастбищной пищевой цепи могут служить взаимоотношения между организмами на пойменном лугу. Начинается такая цепь с лугового цветкового растения. Следующее звено — бабочка, питающаяся нектаром цветка. Затем - обитатель влажных местообитаний — лягушка. Ее покровительная окраска позволяет подстеречь свою жертву, но сама не спасает от другого хищника — обыкновенного ужа. Прогуливающаяся недалеко цапля, поймав ужа на обед, замыкает пищевую цепь на пойменном лугу.

Если пищевая цепь начинается с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных — детрита — она называется **детритной** или цепью разложения. Термин детрит означает «продукт распада» от латинского слова *deterere* - изнашиваться. Он позаимствован из геологии, где им называют продукты разрушения горных пород. В экологии детритом называют органическое вещество, вовлеченное в процесс разложения. Такие цепи характерны для сообществ дна глубоких озер, океанов, где многие организмы питаются за счет оседания детрита, образованного отмершими организмами верхних освещенных слоев водоема. Здесь большая часть вещества и энергии включаются затем в пастбищные цепи.

В лесных биоценозах детритная цепь начинается с разложения мертвого органического вещества животными-сапрофагами. Наиболее активное участие в разложении органики здесь принимают почвенные беспозвоночные животные (членистоногие, черви) и микроорганизмы. Присутствуют и крупные сапрофаги – насекомые, которые готовят субстрат для организмов, осуществляющих процессы минерализации (для бактерий и грибов).

В отличие от пастбищной цепи размеры организмов при движении вдоль детритной цепи не возрастают, а наоборот, уменьшаются. Так на втором уровне могут стоять насекомые-могильщики. Но самыми типичными представителями детритной цепи являются грибы и микроорганизмы, питающиеся мертвым веществом и довершающие продукт разложения биоорганики до состояния простейших минеральных и органических веществ, которые затем в растворенном виде потребляются корнями зеленых растений в вершине пастбищной цепи, начиная тем самым новый круг движения вещества.

В одних экосистемах преобладают пастбищные, в других детритные цепи. Например, лес считается экосистемой с преобладанием детритных цепей. В экосистеме гниющего пня пастбищная цепь вообще отсутствует. В то же время, например, в экосистемах поверхности моря практически все продуценты, представленные фитопланктоном, потребляются животными, а их трупы опускаются на дно, то есть уходят из данной экосистемы. В таких экосистемах, как говорят, преобладают пастбищные пищевые цепи или цепи выедания.

Общее правило, касающееся любой пищевой цепи, гласит, что на каждом трофическом уровне сообщества большая часть поглощаемой с пищей энергии тратится на поддержание жизнедеятельности, рассеивается и больше не может быть использована другими организмами. Таким образом, потребленная пища на каждом трофическом уровне ассимилируется не полностью. Значительная ее часть тратится на обмен веществ. При переходе к каждому последующему звену пищевой цепи общее количество пригодной для использования энергии, передаваемой на следующий, более высокий трофический уровень, уменьшается.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПИРАМИДЫ

Трофическую структуру биоценоза и экосистемы обычно отображают графическими моделями в виде *экологических пирамид*. Такие модели разработал в 1927 году английский зоолог Чарлз Элтон.

Экологические пирамиды – это графические модели (как правило в виде треугольников), отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомасс) или заключенной в них энергии (пирамида энергии) на каждом трофическом уровне и указывающие на понижении всех показателей с повышением трофического уровня.

Все экологические пирамиды строятся по одному правилу, а именно: прежде всего, в основании любой пирамиды находятся зеленые растения. Также

при построении пирамид учитывается закономерное уменьшение от основания каждой пирамиды к ее вершине численности особей (пирамида чисел), их биомассы (пирамида биомасс) и проходящей через пищевые цепи энергии (пирамида энергии).

Различают три типа экологических пирамид.

1. **Пирамида чисел** (численностей) - отражает численность отдельных организмов на каждом уровне. Обычно в экологии пирамида численностей употребляется редко, так как из-за большого числа особей на каждом трофическом уровне очень трудно отобразить структуру биоценоза в одном масштабе.

Чтобы уяснить себе, что такое пирамида чисел, можно привести такой пример. Предположим, что мы имеем в основании нашей пирамиды 1000 тонн травы, массу которой составляют сотни миллионов отдельных травинок. Этой растительностью смогут прокормиться 27 млн. кузнечиков. Такому обилию пищи будут рады около 90 тыс. лягушек. Сами лягушки могут служить едой 300 форелям в пруду. А это количество рыбы может съесть за год всего только один человек! Таким образом, в основании пирамиды несколько сотен миллионов травинок, а на ее вершине – один человек. Такова наглядная потеря вещества и энергии при переходе с одного трофического уровня на другой.

Иногда случаются исключения из правила пирамид, и тогда мы имеем дело с перевернутой пирамидой чисел. Это можно наблюдать в лесу, где на 1 дереве живут насекомые, которыми питаются насекомоядные птицы. Таким образом, численность продуцентов оказывается меньше, нежели консументов.

2. **Пирамида биомасс** - соотношение между продуцентами и консументами, выраженное в их массе (общем сухом весе, энергосодержании или другой мере общего живого вещества). Обычно в наземных биоценозах общий вес продуцентов больше, чем консументов. В свою очередь общий вес консументов первого порядка больше, нежели консументов второго порядка и т.д. Если организмы не слишком различаются по размерам, то на графике обычно получается ступенчатая пирамида с суживающейся верхушкой.

Американский эколог Роберт Риклефс так объяснял структуру пирамиды биомасс: «В большинстве наземных сообществ пирамида биомасс сходна с пирамидой продуктивности. Если собрать все организмы, обитающие на каком-нибудь лугу, то вес растений окажется гораздо больше веса всех прямокрылых и копытных, питающихся этими растениями. Вес этих растительноядных животных в свою очередь будет больше веса птиц и кошачьих, составляющих уровень первичных плотоядных, а эти последние также будут превышать по весу питающихся ими хищников, если таковые имеются. Один лев весит довольно много, но львы встречаются столь редко, что вес их, выраженный в граммах на 1 м² окажется ничтожным».

Зачастую, как и в случае с пирамидами чисел, можно получить так называемую обращенную (перевернутую) пирамиду биомасс, когда биомасса продуцентов оказывается меньшей, чем консументов, а иногда и редуцентов, и в основании пирамиды находятся не растения, а животные. Это касается в

основном водных экосистем. Например, в океане при довольно высокой продуктивности фитопланктона общая масса его в данный момент может быть меньше, чем у зоопланктона и конечного потребителя-консумента (киты, крупные рыбы, моллюски).

3. **Пирамида энергии** - отражает величину потока энергии, скорость прохождения массы пищи через пищевую цепь. На структуру биоценоза в большей степени оказывает влияние не количество фиксированной энергии, а скорость продуцирования пищи.

В 1942 г. американский эколог Р. Линдеман сформулировал **закон пирамиды энергии**, согласно которому с одного трофического уровня на другой через пищевые цепи переходит в среднем около 10% энергии, поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды. Остальная часть энергии тратится на обеспечение процессов жизнедеятельности. Организмы в результате процессов обмена теряют в каждом звене пищевой цепи около 90% всей энергии.

Следовательно, к примеру, для получения 1 кг окуней должно быть израсходовано примерно 10 кг рыбьей молоди, 100 кг зоопланктона и 1000 кг фитопланктона.

В случае древесных растений эта доля много ниже из-за того, что древесина плохо усваивается организмами. Для трав и морских водорослей эта величина значительно выше, поскольку у них отсутствуют трудноусвояемые ткани. Однако общая закономерность процесса передачи энергии сохраняется: через верхние трофические уровни ее проходит значительно меньше, чем через нижние. Вот почему большие хищные животные всегда редки, и не существует хищников, которые питались бы волками. В таком случае они просто не прокормились бы, настолько волки немногочисленны.

Согласно закону Р. Линдемана, нельзя без риска разрушить экосистему изымать с любого уровня трофической пирамиды более 10 процентов вещества в сухом весе. Человечество и крупные животные как консументы высшего порядка могут рассчитывать вместе только на 1 процент первичной продукции растений. Люди же в настоящее время потребляют и попутно разрушают в сорок раз больше. Это обрекает дикие животные и другие организмы на неизбежное исчезновение. Вместе с ними неминуемо должен исчезнуть и человек как биологический вид, если он своевременно не примет мер по самоограничению.

ОТНОШЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ В БИОЦЕНОЗАХ

Особи разных видов существуют в биоценозах не изолированно; они вступают между собой в разнообразные прямые и косвенные взаимоотношения. Их обычно разделяют на четыре типа:

1. трофические,
2. топические,
3. форические,
4. фабрические.

Трофические отношения возникают тогда, когда один вид в биоценозе питается другим (либо их мертвыми остатками, либо продуктами их жизнедеятельности). Божья коровка, питающаяся тлей, корова на лугу, поедающая сочную траву, волк, охотящийся на зайца – это все примеры прямых трофических связей между видами.

При конкуренции двух видов из-за ресурса питания между ними возникает косвенная трофическая связь. Происходит это из-за того, что деятельность одного вида отражается на снабжении кормом другого. Так, волк и лиса вступают в косвенные трофические связи при использовании такого общего пищевого ресурса, как заяц.

К косвенным трофическим связям можно отнести и воздействие одного вида на поедаемость другого или доступность для него пищи. Например, насекомоядные птицы не поедают деревья, но они поедают многих насекомых, которые кормятся листьями или опыляют цветки. Поедая насекомых-опылителей, птицы косвенным образом воздействуют на число производимых деревом плодов, на количестве пищи, доступной животным, которые питаются плодами и проростками, на хищников и паразитов этих животных и так далее.

Топические отношения характеризуют изменение условий обитания одного вида в результате жизнедеятельности другого. Например, отношения между деревьями и гнездящимися на них птицами, живущими на них насекомыми, отношения между организмами и их паразитами и т.п. Ель, затеняя почву, вытесняет светолюбивые виды из-под своей кроны, ракообразные поселяются на коже китов, мхи и лишайники располагаются на коре деревьев. Все эти организмы связаны друг с другом топическими связями.

Форические связи – участие одного вида в распространении другого. Если в роли распространителей семян, спор, пыльцы и т.п. выступают животные, то такой процесс называют *зоохорией*. Если животные переносят (транспортируют) других, более мелких животных – это *форезия*. Характерной особенностью для форезии является отсутствие явления паразитизма.

Перенос семян растений осуществляется обычно при помощи специальных разнообразных приспособлений. Животные могут захватывать их пассивно. Так, на шерсть крупных млекопитающих могут цепляться своими шипами семена лопуха или череды и переноситься на большие расстояния. Семена тропического растения-паразита раффлезии, имеющей самый крупный в мире цветок, распространяются слонами. Животные, приходящие на водопой, раздавливают похожие на кочаны капусты плоды и переносят содержащиеся в них клейкие семена на большие расстояния.

Активно же переносятся непереваренные семена, прошедшие через пищеварительный тракт животных, чаще всего птиц. Например, у грачей примерно треть семян выводится пригодными для прорастания. В ряде случаев адаптация растений к зоохории зашла так далеко, что у семян, прошедших через кишечник птиц и подвергшихся действию пищеварительных соков, повышается всхожесть. В переносе грибных спор большую роль играют насекомые.

Форезия животных - это пассивный способ расселения, свойственный видам, для которых необходим перенос из одного биотопа в другой для нормальной жизнедеятельности. Личинки ряда клещей, находясь на других животных, например насекомых, расселяются при помощи чужих крыльев.

Иногда можно видеть, как жуки-навозники не в состоянии опустить свои надкрылья из-за густо скопившихся на их теле клещей. Птицы нередко переносят на перьях и лапках мелких животных или их яйца, а также цисты простейших. Причем утки, например, тратят на перелет обычно всего несколько минут, не успевая как следует обсохнуть. Это позволяет перемещаться из одного водоема в другой даже весьма нежным организмам. Многие животные совершают таким способом и далекие путешествия. Икра некоторых рыб, например, спокойно выносит двухнедельное обсыхание. Вполне свежая икра моллюска была обнаружена на лапках утки, подстреленной в Сахаре в 160 км от ближайшего водоема. На короткие расстояния водоплавающие птицы могут перенести даже мальков рыб, случайно спрятавшихся в их оперении. Птицы порой «перевозят» и наземных животных. Зарянка, прилетевшая однажды на остров Меллум в Северном море, принесла на брюшке семь улиток.

Яйца мелких ракообразных и некоторых рыб выдерживают путешествие через пищеварительный тракт птиц — еще один способ переселения с места на место. Вместе с хозяевами могут попасть в соседние водоемы и водяные клещи, паразитирующие на летающих насекомых, например на стрекозах.

Фабрические связи — тип биоценотических отношений, при которых особи одного вида используют для своих сооружений продукты выделения, мертвые остатки, либо даже живых особей другого вида. Например, птицы строят гнезда из сухих веточек, травы, шерсти млекопитающих и т.п. Личинки ручейников для строительства своих домиков используют кусочки коры, песчинки, обломки раковин, или же сами раковины с живыми моллюсками мелких видов.

Примером косвенных межвидовых отношений могут служить следующие взаимосвязи между организмами. Насекомоядные птицы не поедают деревья, но они поедают многих насекомых, которые кормятся листьями или опыляют цветки. Поедая насекомых-опылителей, птицы косвенным образом воздействуют на число производимых деревом плодов, на количестве пищи, доступной животным, которые питаются плодами и проростками, на хищников и паразитов этих животных и так далее.

Из всех типов биотических отношений между видами в биоценозе наибольшее значение имеют топические и трофические связи, поскольку они удерживают друг возле друга организмы разных видов, объединяя их в достаточно стабильные сообщества (биоценозы) разного масштаба.

ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОЦЕНОЗОВ

Скорость фиксации солнечной энергии, определяет **продуктивность** биоценозов. Основной показатель продукции - биомасса организмов (растительных и животных), составляющих биоценоз. Различают растительную

биомассу – фитомассу, животную – зоомассу, бактериомассу, либо биомассу каких-либо конкретных групп или организмов отдельных видов.

Биомасса – органическое вещество организмов, выраженное в определенных количественных единицах и приходящееся на единицу площади или объема (например, г./м², г/м³, кг/га, т/км² и др.).

Продуктивность – скорость прироста этой биомассы. Ее обычно относят к какому-то периоду и площади, например к году и к гектару.

Среди консументов продуктивность рассчитывают по трофическим уровням растительных и плотоядных различного периода. В сельском хозяйстве под продуктивностью иногда понимают выход продукции с единицы площади угодий – продуктивность земель, а иногда – урожайность сельхозкультур.

Нам уже известно, что только зеленые растения являются первым звеном в пищевых цепях и только они способны самостоятельно образовывать органическое вещество, используя энергию солнца. Поэтому биомасса, произведенная автотрофными организмами, т.е. количество энергии, преобразованное растениями в органическое вещество на определенной площади, выраженное в определенных количественных единицах, называется **первичной продукцией**. Ее величина определяет продуктивность всех звеньев гетеротрофных организмов экосистемы.

Суммарная продукция фотосинтеза называется **первичной валовой продукцией**. Это вся химическая энергия в форме произведенного органического вещества. При этом часть энергии может идти на поддержание жизнедеятельности (дыхание) самих производителей продукции - растений. Если мы изыдем ту часть энергии, которая тратится растениями на дыхание, то получим **чистую первичную продукцию**. Ее можно легко учесть. Достаточно собрать, высушить и взвесить растительную массу, например, при уборке урожая. Таким образом, чистая первичная продукция равна разности между количеством атмосферного углерода, усвоенного растениями в процессе фотосинтеза, и потребленного ими на дыхание.

Экологи давно пытались оценить первичную продукцию экосистем Земного шара. Человека всегда волновала проблема увеличения производительности растительной биомассы. С одной стороны нужно было знать достоверные цифры продуктивности зеленого покрова планеты, а с другой - попытаться прогнозировать увеличение выхода продукции в результате применения усовершенствованных технологий выращивания и улучшения посадочного материала. Численность человечества растет, а площадь плодородной земли не увеличивается. Поэтому увеличение КПД наших зеленых друзей является наиболее насущной проблемой при решении первейших задач жизнеобеспеченности человека.

В природных биоценозах дыхание уменьшает продуктивность более, чем наполовину. По мере старения растения доля потребляемой на дыхание энергии растет.

Наиболее высокая продукция, характерна для тропических экваториальных лесов. Для такого леса 500 т сухого вещества на 1 га — это не предел. Для

Бразилии называют цифры в 1500 и даже 1700 т (сравните: в тундрах — 12 т, а в широколиственных лесах умеренной зоны - до 400 т) — это 150-170 кг растительной массы на 1 м²!

Плодородные наносы почвы, высокая сумма годовых температур, обилие влаги способствуют поддержанию очень высокой продуктивности фитоценозов в дельтах южных рек, в лагунах и эстуариях (воронкообразное устье реки, расширяющееся в сторону моря). Она достигает 20—25 т с 1 га в год в сухом веществе, что значительно превосходит первичную продуктивность еловых лесов (8-12 т). А богатырь - сахарный тростник за год успевает накопить до 78 т фитомассы на 1 га, явно соревнуясь с тропическим лесом. Даже наше сфагновое болото при благоприятных условиях обладает продуктивностью 8—10 т, почти как еловый лес.

Рекордсмены продуктивности на Земле — травяно-древесные заросли долинного типа, которые еще сохранились в дельтах Миссисипи, Параны, Ганга, вокруг озера Чад и в некоторых других районах. Здесь за 1 год на 1 га образуется до 300 т органического вещества!

Вторичная продукция — это биомасса, созданная всеми консументами биоценоза за единицу времени. При ее подсчете производят вычисления отдельно для каждого трофического уровня, потому что при движении энергии от одного трофического уровня к другому, она прирастает за счет поступления с предыдущего уровня. При изучении общей продуктивности биоценоза ее нельзя оценить простой арифметической суммой первичной и вторичной продукции, потому что прирост вторичной продукции всегда происходит не параллельно росту первичной, а за счет уничтожения какой-то ее части. Происходит как бы изъятие, вычитание вторичной продукции из общего количества первичной. Поэтому оценку продуктивности биоценоза всегда производят по первичной продукции. Если оценить соотношение первичной и вторичной продукции, то первая окажется во много раз больше второй. В целом вторичная продуктивность колеблется от 1 до 10%.

Законами экологии предопределены различия в биомассе растительноядных животных и первичных хищников. Так, за стадом мигрирующих оленей обычно следует всего несколько хищников, например волков. Это позволяет волкам быть сытыми без ущерба для воспроизводства стада. Если же численность волков приближалась к количеству оленей, они быстро бы истребили стадо и остались бы без корма. По этой причине в умеренной зоне не бывает высокой концентрации хищных млекопитающих и птиц.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША

Одно из основных положений в современной экологии является понятие экологической ниши. Впервые об экологической нише заговорили зоологи. В 1914 г. американский зоолог-натуралист Дж. Гриннелл и позже (1927) английский эколог Ч.Элтон термином «ниша» определяли самую мелкую

единицу распространения вида, а также как место данного организма в биотической среде, его положение в цепях питания.

Первичное появление понятия «экологическая ниша» в зоологии объясняется относительно простым ее пониманием, применительно к различиям положения разных животных в экосистемах. Действительно, экологические ниши, т.е. разные территории, где обитают и питаются различные животные, легко выделяются в естественной среде, поскольку отдельные группы животных четко специализированы по употреблению тех или иных жертв.

У растений же тип питания и тип пищи одинаков. Это прежде всего солнечный свет, двуокись углерода, вода и растворенные в ней минеральные соли. Поэтому, вплоть до 60-х годов в экологии для определения экологической ниши пользовались разработками зоологов.

Обобщенным определением экологической ниши является следующее – **это место вида в природе, определенное совокупным набором факторов внешней среды.** Экологическая ниша включает не только положение вида в пространстве, но и его функциональную роль в сообществе. Экологическая ниша – это **совокупность факторов среды, в которых обитает тот или иной вид организмов, его место в природе, в пределах которого данный вид может существовать неограниченно долго.**

Так как при определении экологической ниши нужно учитывать большое число факторов, то место вида в природе, описываемое этими факторами, представляет собой многомерное пространство. Такой подход позволил американскому экологу Г.Хатчинсону дать следующее определение экологической ниши. Согласно сформулированной им концепции экологическая ниша представляет собой часть воображаемого многомерного пространства, отдельные измерения которого (векторы) соответствуют факторам, необходимым для нормального существования вида.

При этом Хатчинсон разделял *нишу фундаментальную*, которую может занять популяция при отсутствии конкуренции (она определяется физиологическими особенностями того или иного организма) и *нишу реализованную*, т.е. часть фундаментальной ниши в пределах которой вид реально встречается в природе, и которую он занимает при наличии конкуренции с прочими видами. Понятно, что реализованная ниша, как правило, всегда меньше, нежели фундаментальная.

Некоторые экологи подчеркивают, что в пределах своей экологической ниши организмы должны не только встречаться, но и быть способными к своему воспроизводству. Поскольку существует видовая специфичность к любому экологическому фактору, постольку и экологические ниши видов специфичны. Каждый вид имеет свою, ему свойственную экологическую нишу.

Ученые различают специализированные и общие ниши. Большинство видов растений и животных могут существовать только в специальных нишах, в которых поддерживаются определенные физико-химические факторы, температура и источники питания. После того, как в Китае, например, началось

уничтожение бамбука, панда, чей рацион на 99% состоит из бамбука, оказалась на грани вымирания.

Виды с общими нишами могут легко приспосабливаться к изменяющимся условиям среды обитания. Поэтому существует меньшая опасность вымирания этих видов. Типичные представители видов с общими нишами являются мыши, тараканы, мухи, крысы и люди.

Известный американский эколог Юджин Одум считал, что «понятие ниши относится не только к физическому пространству, занимаемому организмом, но также к его месту в сообществе, определяемому, в частности, источником энергии и периодом активности. Полное описание экологической ниши вида вылилось бы в бесконечный ряд биологических характеристик и физических параметров. Поэтому наиболее полезной и количественно наиболее применимой была бы концепция ниши, основанная на различиях между видами... по одной или несколькими важным... характеристикам».

Закон конкурентного исключения Г.Гаузе для близких по экологии видов в свете учения об экологической нише может быть сформулирован таким образом: два вида не могут занимать одну и ту же экологическую нишу. Выход из конкуренции достигается расхождением требований к среде, или, другими словами, разграничением экологических ниш видов.

Конкурирующие виды, обитающие совместно, для ослабления конкуренции часто «разделяют» имеющиеся ресурсы. Самый типичный пример такого разделения – деление на животных, активных днем, и проявляющих свою активность ночью.

Летучие мыши (каждое четвертое в мире млекопитающее принадлежит к этому подотряду рукокрылых) делят воздушное пространство с другими охотниками на насекомых – птицами, используя смену дня и ночи. Птицы господствуют в небе днем, а ночью во всю охотятся летучие мыши. Правда, у них есть несколько относительно слабых конкурентов, таких, как совы и козодои.

Похожее разделение экологических ниш на дневную и ночную смену наблюдается и у растений. Одни растения распускают цветки днем (большинство дикорастущих видов), другие – ночью (любка двулистная, душистый табак). При этом ночные виды испускают еще и привлекающий опылителей аромат.

Иногда экологические аплитуды некоторых видов бывают столь малы, и они занимают такие узкие экологические ниши, что только диву даешься. Вот один из таких примеров: в густонаселенной зоне Тропической Африки прекрасно себя чувствует червь, нашедший пристанище под веками гиппопотама и питающийся исключительно слезами этого животного. Более узкую нишу трудно себе представить.

ЭКТОНЫ, ПОНЯТИЕ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА

Биоценозы не изолированы друг от друга. Хотя визуально можно отличить одно растительное сообщество от другого, скажем, биоценоз сухого леса от биоценоза увлажненного луга, который сменяется болотом, но провести четкую границу между ними довольно затруднительно. Еще Гете писал, что природа в своей свободной игре мало заботится о перегородках, созданных ограниченными людьми.

В подавляющем большинстве случаев провести четкую границу между двумя или несколькими биоценозами довольно проблематично. Почти везде мы будем иметь дело со своеобразной переходной полосой различной ширины и длины, потому что жесткие, резкие границы в природе - редкое исключение. Они характерны главным образом для сообществ, подверженных интенсивному антропогенному воздействию.

Проследить данный феномен можно, исследуя опушку леса, когда мы знойным летом выходим из-под прохладной тени высоких деревьев и ступаем на пылуемый жарой луг. Нам трудно вначале понять, где же та граница леса, за которой начинается луговое сообщество. Действительно, многие типичные лесные виды покидают тенистые местообитания и встречаются на открытых местах, далеко за лесным контуром. И, наоборот, луговые растения, часто оказываются растущими в тени, под кронами деревьев.

В начале тридцатых годов молодой тогда еще американский натуралист Альдо Леопольд провозгласил необходимость учета в деятельности охотничьего хозяйства так называемого «эффекта опушки». Под опушкой в данном случае понималась не только окраина леса, но и любая граница между двумя биоценозами, даже между двумя массивами различных сельскохозяйственных культур. По обе стороны от этой условной черты увеличивается относительное видовое разнообразие растений и животных, улучшаются кормовые и защитные условия для дичи, ослабляется фактор беспокойства. Главное же, полоса по обе стороны опушки обладает повышенной продуктивностью.

Такая переходная полоса (или зона) между смежными физиономически различимыми сообществами называется экотон.

Более или менее резкие границы между биоценозами можно наблюдать лишь в случаях резкого изменения факторов абиотической среды. Например, такие границы существуют между водными и наземными биоценозами, в местах, где происходит резкая смена минерального состава почвы и т.п. В целом же, говоря об экотоне мы имеем в виду определенную переходную полосу между соседними (двумя или несколькими) контактирующими биоценозами, некую зону контакта, высокой биологической активности, где присутствуют организмы как из одного, так и из другого биоценоза. Поэтому часто количество видов в экотоне превышает количество их в каждом из граничащих биоценозов. Такая **тенденция к увеличению разнообразия и плотности живых организмов на границах биоценозов - носит название краевой (опушечный, граничный) эффект.** Наиболее отчетливо краевой эффект проявляется в зонах, отделяющих лес от луга (зона кустарников), лес от болота и т.д.

Краткое резюме

Биоценоз - совокупность популяций растений, животных грибов и микроорганизмов. Место, занимаемое биоценозом, называется биотоп. Видовая структура биоценоза включает все, проживающие в нем виды. Пространственная структура включает вертикальную структуру – ярусы и горизонтальную – микроценозы и микроассоциации. Трофическую структуру биоценоза представляют продуценты, консументы и редуценты. Перенос энергии от одного вида к другому путем их поедания носит название пищевая (трофическая) цепь. Место организма в цепи питания, связанное с его пищевой специализацией носит название трофический уровень. Трофическая структура биоценоза и экосистемы обычно отображается графическими моделями в виде экологических пирамид. Различают экологические пирамиды чисел, биомасс и энергии. Скорость фиксации солнечной энергии, определяет продуктивность биоценозов. Совокупность факторов среды, в пределах которых обитает вид, называется экологической нишей. Тенденция к увеличению разнообразия и плотности живых организмов на границах биоценозов (в экотонах) носит название краевой эффект.

Вопросы для повторения

1. Как определить биоценоз, и из каких составных частей он состоит?
2. Что такое биотоп, дайте его определение.
3. Приведите пример биоценоза.
4. Что такое видовая структура биоценоза?
5. Какие организмы, обитающие в биоценозе, называются доминантами?
6. Чем представлена вертикальная структура биоценоза?
7. Какие элементы горизонтальной структуры биоценоза вы знаете?
8. Как классифицируются организмы по способу питания и по их участию в круговороте веществ?
9. Что такое трофическая структура биоценоза, какие организмы ее составляют?
10. Чем продуценты отличаются от консументов?
11. Каков итог деятельности редуцентов в биоценозе?
12. Как определяется пищевая цепь?
13. Что такое трофический уровень?
14. Что такое экологическая пирамида, какие типы экологических пирамид вы знаете?
15. Перечислите известные вам типы прямых и косвенных взаимоотношений в биоценозах.
16. Чем определяется продуктивность биоценозов?

17. Что такое чистая первичная продукция и какое значение она имеет для функционирования биологических систем и для человеческого общества?
18. Как называется переходная зона между двумя или несколькими биоценозами?

Темы для докладов на семинарах

1. Видовой состав и разнообразие как специфическая характеристика биоценоза.
2. Пространственная структура лесного биоценоза.
3. Трофическая структура биоценоза. Экологические пирамиды численности.
4. Продуктивность биоценозов и проблема обеспечения людей продовольствием.
5. Соотношение видового разнообразия и численности отдельных видов в системе экотоп-экотон.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Войткевич Г.В., Вронский В.А. Основы учения о биосфере: Учеб. пособие для студентов вузов. Ростов на Дону, 1996.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2003.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. – М., 1986.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. – М., 1989.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб., 1997.
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн. пособие для студ. биол. спец. пед. ин-тов. - М., 1988.
- Шилов И.А. Экология: Учеб. пособие для биол. и мед. спец. вузов. - М., 1997.

Дополнительная

- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология: Особи, популяции и сообщества. В двух томах. - М. 1989.
- Биоценоз пшеничного поля. - М., 1978.
- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. - Ростов на Дону, 1996.
- Вронский В.А. Экология: Словарь-справочник. Изд. 2-е. – Ростов на Дону, 2002.
- Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша. – М., 1988.
- Левич А.П. Структура экологических сообществ. - М., 1980.
- Маврищев В.В. Основы общей экологии/ Учебное пособие для студентов небиологических специальностей вузов. – Мн., 2000.

- Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.
- Маглыш С.С. Общая экология: Учеб. пособие. - Гродно, 2001.
- Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
- Розанов С.И. Общая экология. – СПб.: Лань, 2001.
- Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. - Киев, 1987.
- Уиттекер Р.Х. Сообщества и экосистемы. – М., 1980.
- Чистик О.В. Экология. – Учеб. пособие. - 2-е изд. - Мн., 2001.

ЛЕКЦИЯ 6

ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ЭКОЛОГИИ

План лекции:

1. Концепция экосистемы
2. Особенности естественных экосистем
3. Круговорот веществ в экосистемах
4. Динамика экосистем
5. Экологические сукцессии
6. Сукцессии первичные и вторичные
7. Классификация экосистем
8. Учение о биогеоценозах
9. Агроэкосистемы
10. Экосистемы городов

КОНЦЕПЦИЯ ЭКОСИСТЕМЫ

Основным объектом изучения экологии являются экологические системы или экосистемы. Экосистема занимает следующее, после биоценоза, место в системе уровней живой природы. При характеристике биоценоза мы рассматривали только живые организмы, отмечая, что место, на котором развивается биоценоз, называется биотопом. Если же рассматривать живые организмы (биоценоз) в совокупности с факторами окружающей среды, то мы будем иметь дело с экосистемой. Таким образом, экосистема, это природный комплекс (биокосная система), образованный живыми организмами (биоценоз) и средой их обитания (косной, например атмосфера, или биокосной — почва, водоём и т.п.), связанными между собой обменом веществ и энергии.

В процессе всестороннего изучения природных комплексов взаимодействующих между собой растений, животных и микроорганизмов учёные давали этим надорганизменным единицам разные названия. Большая часть из предложенных терминов не получили распространения. Общепринятый в экологии термин «экосистема» ввел в экологию в 1935 г. английский ботаник

Артур Тенсли. Он считал, что экосистемы, «с точки зрения эколога, представляют собой основные природные единицы на поверхности земли», в которые входит «не только комплекс организмов, но и весь комплекс физических факторов, образующих то, что мы называем средой биома,— факторы местообитания в самом широком смысле». Он подчёркивал, что для экосистем характерен «разного рода обмен веществ не только между организмами, но и между органическим и неорганическим». Это не только комплекс живых организмов, но и все сочетание физических факторов. Всюду, где мы наблюдаем отчетливое единство растений, животных и микроорганизмов, объединенных отдельным участком окружающей среды, мы имеем пример экосистемы.

Экосистема (экологическая система) - основная функциональная единица экологии, представляющая собой единство живых организмов и среды их обитания, организованное потоками энергии и биологическим круговоротом веществ. Это фундаментальная общность живого и среды его обитания. Это любая совокупность совместно обитающих живых организмов и условий их существования (среда обитания).

Понятие «экосистема» можно применить к объектам различной степени сложности и разного размера. Примером экосистемы может служить тропический лес в определенном месте и в конкретный момент времени, населенный тысячами видов растений, животных и микробов, живущих вместе, и связанными миллионами происходящих между ними взаимодействий. Различными экосистемами являются такие природные образования, как океан, море, озеро, луг, болото. В то же время отдельной экосистемой может быть и кочка на болоте, и гниющее дерево в лесу с живущими на них и в них организмами и условиями обитания, и муравейник с населяющими его муравьями. Самой большой экосистемой является наша Земля в целом.

Экосистемы могут быть высокоустойчивыми, сохраняющими свои характерные особенности на протяжении длительного времени, или кратковременными (экосистемы пересыхающих водоёмов, сельскохозяйственных угодий). Независимо от степени сложности экосистемы характеризуются видовым составом, численностью входящих в них организмов, биомассой, соотношением отдельных трофических групп, интенсивностью процессов продуцирования и деструкции органического вещества.

Каждая конкретная экосистема может характеризоваться определенными границами (экосистема елового леса, экосистема низинного болота). Однако само понятие «экосистема» является безранговым, обладает признаком безразмерности, ей не свойственны территориальные ограничения. Обычно экосистемы разграничиваются элементами абиотической среды, например рельефом, видовым разнообразием, физико-химическими и трофическими условиями и т.п. Размер экосистем не может быть выражен в физических единицах измерения (площадь, длина, объем и т.д.). Он выражается системной мерой, учитывающей процессы обмена веществ и энергии. Поэтому под экосистемой обычно понимается совокупность биотической (живые организмы)

и абиотической среды, при взаимодействии которых происходит более или менее полный биотический круговорот, в котором участвуют продуценты, консументы и редуценты. Термин «экосистема» применяется и по отношению к искусственным образованиям, например экосистема парка, сельскохозяйственная экосистема (агроэкосистема).

Экосистемы по их размерности можно разделить на микроэкосистемы (экосистема гниющего пня или дерева в лесу, прибрежные заросли водных растений), мезоэкосистема (болото, сосновый лес, ржаное поле) и макроэкосистема (океан, море, пустыня).

ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Для естественной экосистемы характерны три признака:

1) экосистема обязательно представляет собой совокупность живых и неживых компонентов;

2) в рамках экосистемы осуществляется полный цикл круговорота веществ, начиная с создания органического вещества и заканчивая его разложением на неорганические составляющие;

3) экосистема сохраняет устойчивость в течение определенного времени.

Пространственная разграниченность экосистем в одних случаях может быть выражена относительно отчетливо, в других - границы между ними могут быть только условными. Для эколога, изучающего структуру экосистем, удобно пользоваться естественными границами (например, край болота, опушка леса, берег реки или озера). В любом случае выделение экосистем правомочно лишь в том случае, если имеет место приток из окружающей среды не только энергии, но и определенного количества вещества.

Экосистема характеризует реально существующие сообщества организмов в их активной взаимосвязи с окружающей средой - как неживой так и живой. Существование экосистемы возможно лишь при притоке из окружающей среды не только энергии, но и большего или меньшего количества вещества. Поэтому все экологические системы, в совокупности слагающие биосферу Земли, принадлежат к открытым системам, обменивающимся с окружающей их средой веществом и энергией.

Их стабильность создается и регулируется взаимодействием круговорота веществ и потоков энергии. Исходя из общей теории систем, концепция экосистемы, как открытой системы, должна учитывать специфику связанных между собой среды на входе и среды на выходе. К примеру, для биосферы нашей Земли средой на входе будет являться энергия, земное и космическое вещество, а на выходе - осадочные биогенные породы и уходящие в космос газы.

Все компоненты экосистем взаимосвязаны между собой, устойчивое соотношение видов сложено веками. Поэтому появление в ней любого нового вида, не свойственного данной экосистеме может нарушить естественное равновесие.

Примеров множество. Наиболее известные относятся к экосистемам пятого континента - Австралии. В один из рождественских дней 1859 года в Австралию были впервые завезены 24 симпатичных кролика. Естественные хищники, которые питаются этими зверьками в местной фауне отсутствовали. Последствие – стремительное размножение этой колонии плодовитых грызунов.

Они съедали всю траву на пастбищах и лишали корма овец, разведение которых было в то время одним из главных и очень выгодных занятий австралийских фермеров. 10 кроликов требовали для прокормления столько же травы, сколько 1 овца. Но от овцы получали продукции в 3 раза больше, чем от всех этих зверьков.

Отстрел, ловчие ямы, яды — ничего не помогало. Небывало высокие темпы размножения кроликов в благодатных условиях перекрывали любую гибель этих зверьков от истребительных мероприятий. А естественные враги кроликов на этом континенте, как мы помним, почти отсутствовали. Правительство Австралии переполошилось не на шутку. Именно после этого появилась фраза - «кролики съели Австралию. Эти травоядные здорово подорвали кормовую базу скотоводства на континенте и нанесли огромный урон урожаю сельскохозяйственных культур. Тогда, в конце XIX столетия, правительство английского доминиона (самоуправляющейся колонии) объявило необычайный конкурс. 22 тыс. фунтов стерлингов было обещано тому, кто избавит остров от нашествия прожорливых грызунов.

Долгое время победителя не было. Было предложено множество способов борьбы, но ни один не был продуктивным. И вот, в 1950 г. Несколько групп кроликов были заражены миксоматозом – инфекционным вирусным заболеванием, поражающим лопухих зверьков. Их выпустили в нескольких районах Австралии. Первые результаты были получены в долине реки Муррей к июню 1951 г. Площадь очага эпизоотии (одновременное распространение заболевания среди большого числа животных) составила 2,5 млн км², кролики погибли почти поголовно. В последующие годы ситуация повторялась во многих штатах Австралии, преимущественно поблизости от рек, влажных лесов и других мест, населенных комарами, основными переносчиками вируса миксоматоза.

Численность кроликов резко упала. Несмотря на то, что полного истребления не произошло, их численность никогда уже не достигала прежнего, угрожающе высокого уровня. Австралийские овцы, дающие такую превосходную шерсть, снова получили возможность наслаждаться на пастбищах сочной зеленой травой. Наука одержала большую победу.

Помимо кроликов, опасным вредителем Австралии оказался и европейский благородный олень. Его завезли в 1851 году. Вначале ситуация была под контролем. Оленей отстреливали, а мясо использовали в пищу. Постепенно численность оленей достигла катастрофической цифры. Теперь огромные стада оленей стали конкурентами домашнему скоту, нанося серьезный ущерб лесам.

Еще один из примеров внедрения чужеродного вида в экосистему со свободными экологическими нишами - история нашествия кактуса из рода опунция на Австралийский континент.

Опунция была завезена в австралию в 1839 году из Соединенных Штатов как оригинальное садовое растение. При отсутствии сильных конкурентов она быстро распространилась по всему материка, превратившись в сорняк и заняв тысячи гектаров ценных луговых и пастбищных угодий. К 20 годам XX века кактус занял площадь, равную 20 миллионам га. После нескольких неудачных попыток искоренения опунции для борьбы с ней завезли из Южной Америки бабочку кактусовую огневку. Ее гусеницы кормятся на растущих побегах опунции и быстро уничтожают растение, прогрызая ходы в ее стебле и буквально пресекая ее развитие в самом зародыше. Это насекомое оказалось таким эффективным средством борьбы, что уже через несколько лет о вреде, наносимом опунцией, вспоминали как о чем-то давно прошедшем. Гусеницы очистили 95% территории, занятой сорняком.

Для борьбы с опунцией экологи вынуждены были изучить биологию, экологию, способ размножения не только растения-вредителя, но и могущего оказать помощь насекомому. Экологической катастрофы удалось избежать, вспышка чужестранца была подавлена. Однако опасность таких катастроф в современном мире реально существует.

Принцип экосистемы используется при разработке биологических систем жизнеобеспечения человека в условиях изоляции от биосферы Земли, например в космических или подводных аппаратах. Основным компонентом такой искусственно создаваемой экосистемы являются зеленые растения, которые за счёт использования энергии света в процессе фотосинтеза поглощают двуокись углерода и выделяют кислород, т. е. осуществляют регенерацию (восстановление) атмосферы. Биомасса растений используется в пищу человеком и др. гетеротрофными организмами, которые, в свою очередь, могут входить в пищевой рацион человека. Неиспользованная биомасса растений, продукты жизнедеятельности человека и других компонентов биоконтекста разлагаются микроорганизмами до воды, двуокиси углерода и минеральных веществ, которые вновь используются растениями. В настоящее время созданы экспериментальные экосистемы, включающие человека, одноклеточные водоросли, высшие растения (капуста, морковь, свёкла, томат, пшеница и др.), микроорганизмы — минерализаторы. За счёт регенерации в таких экосистемах полностью обеспечивалась потребность человека в кислороде, воде и до 20% в пище.

КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ В ЭКОСИСТЕМАХ

Все живые организмы в процессе жизнедеятельности находятся в постоянном и активном взаимодействии с окружающей средой. Суть этого взаимодействия заключается в обмене веществом и энергией. Жизнедеятельность экосистемы и круговорот веществ в ней возможны только

при условии постоянного притока энергии. Основным источником энергии на Земле – солнечное излучение. Энергия Солнца переводится фотосинтезирующими организмами в энергию химических связей органических соединений. Передача энергии по пищевым цепям подчиняется второму закону термодинамики: преобразование одного вида энергии в другой идет с потерей части энергии. При этом ее перераспределение подчиняется строгой закономерности: энергия, получаемая экосистемой и усваиваемая продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой необратимо передается консументам первого, второго и т.д. порядков, а затем редуцентам с падением потока энергии на каждом трофическом уровне. В связи с этим круговорота энергии не бывает.

В отличие от энергии, которая используется в экосистеме только один раз, вещества используются многократно из-за того, что их потребление и превращение происходит по кругу. Этот круговорот осуществляется живыми организмами экосистемы (продуцентами, консументами, редуцентами) и называется биологическим круговоротом веществ. **Под биологическим круговоротом понимается поступление химических элементов из почвы и атмосферы в живые организмы, превращение в них поступающих элементов в новые сложные соединения и возвращение их в почву и атмосферу в процессе жизнедеятельности.**

Экологические системы суши и мирового океана связывают и перераспределяют солнечную энергию, углерод атмосферы, влагу, кислород, водород, фосфор, азот, серу, кальций и другие элементы. Жизнедеятельностью растительных организмов (продуцентов) и их взаимодействиями с животными (консументами), микроорганизмами (редуцентами) и неживой природой обеспечивается механизм накопления и перераспределения солнечной энергии, поступающей на Землю.

Важнейшим аспектом существования жизни на Земле являются круговороты (биогеохимические циклы), в которые вовлечены вода и основные биогенные химические элементы – С, Н, О, N, P, S, Fe, Mg, Mo, Mn, Cu, Zn, Ca, Na, K и др. Все циклы состоят из двух фаз: органической (во время которой вещество или элемент находится в составе живых организмов) и неорганической. Последовательные переходы вещества из одной фазы в другую совершаются бесчисленное число раз. Так, например, ежегодно проходит через органическую фазу и возвращается в неорганическую 1/7 часть всего углекислого газа и 1/4500 часть кислорода атмосферы; подсчитано, что вся вода оборачивается за 2 млн. лет

В качестве примера рассмотрим круговорот азота – одного из важнейших химических элементов живых организмов. Азот является важным строительным материалом для белков, нуклеиновых кислот, компонентом АТФ, хлорофилла, гемоглобина и др.

Азот распространен в биосфере крайне неравномерно. В почве его содержится всего от 0,02 до 0,5%, и то лишь благодаря деятельности микроорганизмов, некоторых растений и разложению органических веществ. В то же самое время миллионы тонн азота в атмосфере буквально давят на

поверхность Земли. Над каждым гектаром почвы, образно говоря, "висит" до 80 тыс. т этого элемента. Недаром азот называют инертным газом. Несмотря на то, что азота в атмосфере очень много (78%), большинство растений не в состоянии ассимилировать его в молекулярном состоянии. Элементом жизни азот становится только в химических соединениях - легкорастворимых азотнокислых и аммиачных солях. Однако связанного (хотя бы в простые оксиды) азота в воздухе нет.

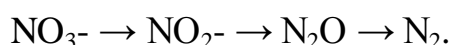
Исключением является техногенное поступление азота в атмосферу. Это происходит в результате выбросов автомобильного транспорта, тепловых электростанций, котельных, промышленных предприятий. При сжигании ископаемого топлива (нефть, уголь, газ) в атмосферу земли происходит выброс оксидов азота (N_2O , NO_2), которые являются загрязнителями окружающей среды.

Напрямую азот атмосферы способны использовать лишь немногие прокариотические организмы – некоторые виды бактерий и цианобактерий. Высшие растения могут использовать азот только в результате симбиотических взаимоотношений с азотфиксирующими прокариотическими организмами – клубеньковыми бактериями, которые поселяются в тканях корней некоторых растений из семейства бобовых, таких, как арахис, соя, чечевица, фасоль, люцерна, клевер, люпин и др. Фиксируя атмосферный азот, они снабжают растение-хозяина доступными для него соединениями азота в виде нитратов и нитритов.

Мертвые азотсодержащие органические вещества (белки, нуклеиновые кислоты, мочевины) разлагаются аммонифицирующими бактериями до аммиака. Он легко растворяется в воде. Часть его может поглощаться непосредственно растениями, часть вымывается из почвы, а оставшийся аммиак подвергается действию специализированных бактерий в результате процесса *нитрификации* - окисления азотсодержащих соединений. В результате корни растений получают нитриты и нитраты, образующиеся в ходе реакции



В природе осуществляется и обратный процесс - восстановление нитритов и нитратов до газообразных азотистых продуктов - *денитрификация*. В результате этого процесса денитрифицирующие бактерии восстанавливают ион NO_3^- до N_2 . Денитрификация происходит в несколько этапов:



Таким образом, в ходе денитрификации связанный азот удаляется из почвы и воды, и в виде газообразного азота возвращается в атмосферу. Денитрификация замыкает цикл азота и препятствует накоплению его оксидов, которые в высоких концентрациях токсичны.

Круговорот веществ никогда не бывает полностью замкнутым. Часть органических и неорганических веществ выносятся за пределы экосистемы, и в то же время их запасы могут пополняться за счет притока извне. В отдельных случаях степень повторяющегося воспроизводства некоторых циклов круговорота веществ составляет 90-98%. Неполная замкнутость циклов в масштабах геологического времени приводит к накоплению элементов в различных природных сферах Земли. Таким образом накапливаются полезные ископаемые – уголь, нефть, газ, известняки и т.п.

ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ

Экосистемы непрерывно подвержены изменениям. Нескончаемый поток энергии и питательных веществ постоянно влияют на состояние экосистем. Одни виды, постепенно отмирают или вытесняются, и уступают место другим. Внутри экосистем постоянно протекают процессы разрушения и новообразования. Например, старые деревья отмирают, падают и перегнивают, а рядом покоящиеся до поры до времени в почве семена прорастают давая новый цикл развития жизни.

Такие постепенные процессы изменения экосистем могут носить иной характер в случае катастрофических воздействий на них. Если биоценоз разрушается, например, при воздействии урагана, пожара или рубки леса, то восстановление исходного биоценоза происходит медленно.

Изменение экосистемы во времени в результате внешних и внутренних воздействий носит название динамики экосистемы.

Изменения сообществ отражаются суточной, сезонной и многолетней динамикой экосистем. Такие изменения обусловлены периодичностью внешних условий.

Составляющие любую экосистему виды не однородны по отношению к проявлению факторов внешней среды. Поэтому одни из них проявляют биологическую активность в дневное время суток, другие более активны к вечеру и ночью. **Суточная динамика** происходит в сообществах всех зон – от тундры до влажных тропических лесов.

Наиболее четко суточная динамика прослеживается в природных зонах с резким колебанием факторов среды на протяжении суток. Например, в пустыне жизнь летом в полуденные часы замирает, хотя некоторые животные и проявляют определенную активность.

В умеренной зоне в дневное время господствуют насекомые, птицы и некоторые другие животные. В сумеречное и ночное время активными становятся ночные насекомые, например, бражники, комары, многие млекопитающие, из птиц – козодой, совы и др. Суточная динамика прослеживается и у растений. Большинство покрытосеменных растений раскрывают свои цветки только в дневное время. Однако, у некоторых растений наблюдается увеличение жизненной активности к ночи. Так, вечером

усиливается аромат такой орхидеи наших лесов, как любка двулистная. Делается это для привлечения ночных насекомых-опылителей.

Чрезвычайно интересное суточное явление наблюдается у представителей животного планктона (зоопланктона) в морях и пресных водоемах. Днем они держатся на глубине, а ночью поднимаются в поверхностные слои.

Сезонная динамика экосистем определяется сменой времен года. Это выражается не только в изменении состояния и активности организмов отдельных видов, но и их соотношений. В первую очередь сезонная динамика затрагивает видовой состав. Неблагоприятные сезонные погодные условия заставляют многие виды мигрировать в районы с лучшими условиями существования. Такое явление хорошо известно для перелетных птиц, у видов же, остающихся зимовать в экосистеме, значительно изменяется их жизненная активность. Большинство видов деревьев и кустарников на зиму сбрасывает листву. Приостанавливается активное деление клеток образовательной ткани. Вегетативные органы однолетних растений отмирают. У многолетних трав жизнеспособными остаются только корневая система и зимующие почки прикрытые от замерзания почвой и снежным покровом. Некоторые виды оседлых животных впадают в спячку, предварительно накопив запасы энергетического сырья – жира. Другие ведут зимой активный образ жизни и способны обеспечить себя кормом.

Со сменой сезонов года связано изменение флористического состава экосистем. Так, войдя в березняк, осинник или дубраву ранней весной, когда еще не распустились листья на деревьях, можно увидеть целые пятна красивоцветущих растений-первоцветов. Эту группу растений составляют виды из семейства лютиковых (ветреница дубравная, чистяк весенний, перелеска благородная, сон-трава) и некоторые другие.

Растения-первоцветы разноцветными пятнами покрывают почву в весеннем лесу: белыми из ветрениц, голубыми из перелесок и сон-травы, желтыми из чистяка, лиловыми из хохлаток. Их развитие является приспособлением к более полному использованию условий местообитания. Снег уже сошел, света и тепла достаточно, а вегетация основных растений еще не начиналась. Такая группа многолетних растений, развивающаяся весной на короткий период, называется *эфемероидами*.

К тому времени, когда на деревьях распускаются листья и в лесу станет сумрачно, эфемероиды уже полностью заканчивают цикл развития. Надземные части их завядают, отмирают и они сохраняются в почве до следующей весны часто лишь в виде луковиц, корневищ, клубней и т.п. И если вы войдете в тот же лес в конце мая - начале июня, то не узнаете этого места. Здесь развились уже другие травы, и ничто не говорит о бывшем буйном весеннем цветении первоцветов.

Таким же образом к смене сезонов года приспособились и животные. Весной у них появляется потомство. Активизация жизненных процессов приходится на летний период, а осенью они уже начинают готовиться к предстоящей зимовке.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СУКЦЕССИИ

Наряду с сезонной и суточной динамикой экосистем экологов интересуют и более длительные их изменения. Такие изменения происходят в экосистемах благодаря жизнедеятельности живых организмов, которые изменяют среду своего обитания, изымая из нее часть веществ и насыщая ее продуктами своего метаболизма (обмена веществ).

Относительно длительное существование биоценоза на одном месте (сосновый или еловый лес, низинное болото) изменяет биотоп (место, на котором существует биоценоз) так, что он становится малопригодным для существования одних видов, но пригодным для внедрения или развития других. В результате в данном биотопе постепенно развивается другой биоценоз, более приспособленный к новым условиям среды. Такая многократная смена одних биоценозов другими называется сукцессией.

Сукцессия (от лат. *successio* - преемственность, наследование) - это постепенная, необратимая, направленная смена одних биоценозов другими на одной и той же территории под влиянием природных факторов, или воздействия человека.

Термин «сукцессия» впервые употребил французский ботаник Де Люк в 1806 г. для обозначения смен растительности. Он является одним из ключевых терминов современной экологии. Этот тип динамики всегда находился в центре внимания экологов, и проблеме сукцессий посвящена обширная литература.

Примеры сукцессий: постепенное зарастание сыпучих песков, каменистых россыпей, отмелей; заселение растительными и животными организмами заброшенных сельскохозяйственных земель (пшни), залежей, вырубок и др. Наблюдать сукцессию можно на заброшенных полях разного возраста, песчаных дюнах или песчаных морских и речных берегах. Если мы будем рассматривать сукцессию на брошенных землях, которые не используются в сельском хозяйстве, то можно видеть, что бывшие поля быстро покрываются разнообразными однолетними растениями. Сюда же попадают семена древесных пород: сосны, ели, березы, осины. Они легко и на большие расстояния разносятся ветром, а также животными. Попадая на слабозадерненную почву, семена начинают прорастать. В наиболее благоприятном положении оказываются светолюбивые мелколиственные породы (береза, осина).

Классический пример сукцессии – зарастание озера или речной старицы и превращение ее сначала в болото, а затем, через длительный промежуток времени в лесной биоценоз. Вначале водная гладь будет мелеть, затягиваться со всех сторон сплавиной, на дно будут опускаться отмершие части растений и перегнивать там. Постепенно зеркало воды затянется привлекательной с виду травкой, на которую лучше не ступать, чтобы не попасть в трясину. Этот процесс будет длиться несколько десятков лет, когда на месте озера или старицы образуется верховое торфяное болото. Еще позже постепенно болото начнет зарастать древесной растительностью, скорее всего это будет сосна. Еще по

прошествии какого-то периода времени процессы торфообразования на месте бывшего водоема приведут к созданию избыточного увлажнения и гибели леса. Наконец, появится новое болото, но уже отличное от того типа, что было прежде.

Что характерно, вместе с изменением растительности, изменяется и животный мир территории, подверженной сукцессии. Для нашей старицы или озера были типичен набор животных. Это водные беспозвоночные, рыбы, водоплавающие птицы, земноводные, некоторые млекопитающие – дафния, ручейник, утки, плотва, карась, ондатра, норки. И вот итог сукцессии – сфагновый сосняк. Конечно, ни одного вышеперечисленного животного мы не встретим во вновь образовавшемся биоценозе. Теперь здесь обитают в основном птицы и млекопитающие – глухарь, куропатка, лось, медведь, заяц.

Любое новое местообитание - обнажившийся песчаный берег реки, застывшая лава потухшего вулкана, лужа после дождя - сразу оказывается ареной заселения новыми видами. Характер развивающейся растительности зависит от свойств субстрата. Это же можно сказать и о животных, заселяющих новые территории. Постепенно поселившиеся организмы изменяют среду обитания, например, затеняют поверхность или изменяют ее влажность. Следствием такого изменения среды служит развитие новых, устойчивых ко вновь создавшимся условиям видов и вытеснение предыдущих. С течением времени формируется новый биоценоз с заметно отличающимся от первоначального видовым составом.

Вначале изменения происходят быстро. Затем скорость сукцессии понижается по мере появления растений, растущих более медленно. Всходы березы образуют густую поросль, которая затеняет почву, и даже если вместе с березой прорастают семена ели, ее всходы, оказавшись в весьма неблагоприятных условиях, сильно отстают от березовых. Светлюбивая береза является серьезным конкурентом для ели. К тому же, специфические биологические особенности березы дают ей преимущества в росте. Березу называют «пионером леса», пионерной породой так как она почти всегда первой поселяется на нарушенных землях и обладает широким диапазоном приспособляемости.

Березки в возрасте 2-3 лет могут достигать высоты 100-120 см, тогда как елочки в том же возрасте едва дотягивают до 10 см. Постепенно, к 8-10 годам березы формируют устойчивое березовое насаждение, высотой до 10-12 метров. Под развивающимся пологом березы начинает подрастать и ель, образуя разной степени густоты подрост. Перемены происходят и в нижнем, травяно-кустарничковом ярусе. Постепенно, по мере смыкания крон березы, светлюбивые виды, характерные для начальных стадий сукцессии, начинают исчезать и уступают место теневыносливым.

Изменения касаются и животного компонента биоценоза. На первых стадиях поселяются майские хрущи, березовая пяденица, затем появляются многочисленные птицы: зяблики, славки, пеночки. Поселяются мелкие млекопитающие: землеройки, крот, еж. Изменение условий освещения начинает

благоприятно сказываться на молодых елочках, которые ускоряют свой рост. Если на ранних этапах сукцессии прирост елочек составлял 1-3 см в год, то по прошествии 10-15 лет он достигает уже 40-60 см. Где-то к 50 годам ель догоняет березу в росте и образуется смешанный елово-березовый древостой. Из животных появляются зайцы, лесные полевки и мыши, белка. Заметны сукцессионные процессы и среди птичьего населения. Появляются иволги, питающиеся гусеницами.

Смешанный елово-березовый лес постепенно сменяется лесом еловым. Ель перегоняет в росте соперницу-березу, создает значительную тень, и светолюбивая белоствольная красавица, не выдержав конкуренции, постепенно выпадает из древостоя. Таким образом происходит сукцессия, при которой вначале березовый, затем смешанный елово-березовый лес сменяется чистым ельником. Естественный процесс смены березняка ельником длится более 100 лет. Именно поэтому иногда процесс сукцессии называют вековой сменой.

СУКЦЕССИИ ПЕРВИЧНЫЕ И ВТОРИЧНЫЕ

Если развитие сообществ идет на вновь образовавшихся, ранее не заселенных местообитаниях, где растительность ранее отсутствовала - на песчаных дюнах, на застывших потоках лавы, породах, обнажившихся в результате эрозии или отступления льдов, то такая **сукцессия** называется **первичной**.

В качестве примера первичной сукцессии можно привести процесс заселения вновь образованных песчаных дюн, где растительность прежде отсутствовала. Здесь вначале поселяются многолетние растения, способные переносить засушливые условия, такие, как песчаный ползучий пырей. Он закрепляется и размножается на зыбучем песке, укрепляет поверхность дюны и обогащает песок органическими веществами. Физические условия среды, находящейся в непосредственной близости от многолетних трав изменяются. Вслед за многолетниками появляются однолетники. Их рост и развитие часто способствуют обогащению субстрата органическим материалом, так что постепенно создаются условия, подходящие для произрастания таких растений как ива, толокнянка, чабрец. Эти растения предшествуют появлению проростков сосны, которые закрепляются здесь и, подрастая, образуют через много поколений сосновые леса на песчаных дюнах.

Если на какой-либо местности ранее существовала растительность, но по каким-либо причинам она была уничтожена, то ее естественное восстановление называется **вторичной сукцессией**. К таким сукцессиям может привести, например, частичное уничтожение леса болезнями, ураганом, извержением вулкана, землетрясением, либо пожаром. Восстановление лесного биоценоза после таких катастрофических воздействий происходит в течение длительного времени. Поэтому часто сукцессии называют вековыми сменами.

Большинство сукцессий, наблюдаемых в настоящее время являются сукцессиями **антропогенными** (от греч. anthropos - человек), т.е.

происходящими в результате воздействия человека на природные экосистемы. Это выпас скота, рубка лесов, возникновение очагов возгорания, распашка земель, затопление почв, опустынивание и т.п.

Примером вторичной сукцессии может быть образование торфяного болота при зарастании озера. Изменение растительности на болотах начинается с того, что края водоема зарастают водными растениями. Влаголюбивые виды растений (камыш, тростник, осока) начинают разрастаться вблизи берегов сплошным ковром. Постепенно создается более или менее плотный слой растительности на поверхности воды. Отмершие остатки растений постепенно накапливаются на дне водоема. Из-за малого количества кислорода в застойных водах погибшие растения медленно разлагаются и постепенно превращаются в торф. Начинается формирование болотного биоценоза. Появляются сфагновые мхи, на сплошном ковре которого поселяются клюква, багульник, голубика. Здесь же могут поселяться сосенки, образуя редкую поросль тощих деревьев. Постепенно, с течением времени образуется экосистема верхового болота.

Ни один вид растений или птиц не может процветать на протяжении всей сукцессии. По мере роста древостоя животное население в значительной степени меняет свой состав. Появляющиеся хищники и паразиты в значительной степени контролируют видовую структуру биоценоза. Поэтому последовательная и непрерывная смена видов во времени является характерной чертой большинства сукцессионных процессов. В течение сукцессии биомасса живых организмов возрастает, а круговорот веществ увеличивается.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

Как и любая другая наука, экология заинтересована в классификации своих объектов исследования. Попытки создания классификации экосистем Земного шара предпринимались давно, однако удобной классификации создать не удалось. Все дело в том, что из-за огромного разнообразия типов естественных экосистем, из-за их безранговости очень трудно найти тот единый критерий, опираясь на который, можно осуществить подобную классификацию.

Если мы пришли к заключению, что отдельной экосистемой может быть и лужа, и кочка на болоте, и песчаная дюна с закрепившейся растительностью, то, вероятно, подсчитать все возможные варианты кочек, луж и т.п. не представляется возможным. Поэтому экологи решили сконцентрировать внимание на крупных сочетаниях экосистем - биомах. **Биом - это крупная биосистема, которая характеризуется каким-либо основным типом растительности или другой характерной особенностью ландшафта, например биом лиственных лесов умеренного пояса.**

По выражению американского эколога Роберта Уиттекера, главный тип сообщества любого континента, выделяемый по физиономическим признакам растительности, — это есть биом. Биом, это природная зона или область с определенными климатическими условиями и соответствующим набором доминирующих видов растений и животных (живое население), составляющих

географическое единство. Для разграничения наземных биомов кроме физико-географических условий среды используют сочетания жизненных форм растений, их составляющих. Например, в лесных биомов доминирующая роль принадлежит деревьям, в тундре - многолетним травам, в пустыне - однолетним травам, ксерофитам и суккулентам.

Основной признак, по которому выделяются биомы суши - особенность растительности того или иного региона. Сходные биомы континентов объединяются в типы биомов. Продвигаясь с севера нашей планеты к экватору, можно выделить девять основных типов сухопутных биомов. Приведем их краткую характеристику.

1. Тундра. Биом расположен на крайнем севере планеты, занимает север Евразии и Северной Америки. По мере удаления от арктических льдов на земле Гренландии, Фляски, Канады, Сибири располагаются обширные просторы безлесной тундры. Несмотря на весьма суровые условия этих областей, здесь существует определенное обилие растений и животных. Особенно это хорошо видно коротким летом, когда тундра покрывается густым ковром растений и становится обителью большому количеству насекомых, мигрирующих птиц и животных.

Основная растительность - мхи, лишайники и травы, покрывающие землю в короткий период вегетации. Встречаются низкорослые карликовые древесные растения. Основной представитель животного мира - северный олень (североамериканская форма его называется карибу). Здесь обитают заяц-беляк, полевка, песец.

Наиболее интересными завсегдатаями суровой тундры являются лемминги (группа видов полевок из подсемейства хомяков). Наиболее обычны сибирский и норвежский лемминги. Одна из загадок этих зверьков - бурная вспышка численности с определенной регулярностью. Часто леммингов невозможно встретить в течение трех-четырех лет, а потом вдруг наступает взрыв - их количество увеличивается настолько, что бывает буквально ступить некуда, чтобы не встретить зверька. Они становятся настолько массовыми, что выедают из без того немногочисленную растительность, для восстановления которой требуются годы.

Зимуют зверьки под толстым (2-3- м) слоем снега. Сюда не добираются враги, да и пища сохраняется хорошо в естественном холодильнике. В спячку лемминги не впадают, и могут давать потомство даже на морозе. Обычно это бывает три-четыре детеныша. Молодые самки за лето могут принести пять-шесть пометов. И вдруг леммингов становится настолько много, что в поисках корма они бросаются в бега, и могут мигрировать на 400-500 километров. Причем поведение зверьков меняется. Они становятся очень агрессивными и бросаются на каждого, попавшего в их круг зрения. Если на пути попадает стог сена, они, идя напрямик, прогрызают в нем дырку и движутся дальше.

Такие вспышки численности популяции леммингов до сих пор не разгаданы. Одни ставят в прямую зависимость возрастание числа зверьков от количества нужного корма. Недостаток скудной пищи задерживает рост и

созревание грызунов. Когда количество травы и мха много, численность популяции резко увеличивается. Другие экологи полагают, что механизм регуляции численности леммингов кроется во взаимосвязи этих зверьков с естественными врагами – горностаем, белой совой и полярной лисицей. И тогда мы имеем классическую модель взаимодействия хищника и жертвы. Больше жертв – больше хищников, меньше жертв – меньше хищников, меньше хищников – больше жертв и т.д.

2. Биом бореальных (северных) хвойных лесов – тайга. Она протянулась на 11 тыс. км вокруг верхней части земного шара. Ее площадь составляет около 11% суши. Таежные леса растут только в северном полушарии, поскольку широты южного полушария, где они могли бы находиться, заняты океаном.

Условия таежного биома довольно суровые. Здесь около 30-40 дней в году бывает достаточно тепла и света для того, чтобы росли нормальные деревья (в отличие от тундры, где насчитывается лишь несколько видов карликовых деревьев). Огромные площади заняты бесконечными зарослями елей, сосен, пихт и лиственниц. Когда задаешь вопрос: «Какая хвойная порода наиболее распространена на территории тайги в бывшем Советском Союзе», то наиболее вероятные ответы – кедр, сосна, ель, пихта. На самом деле почти половину этой площади занимает лиственница – листопадное хвойное дерево, представленное несколькими видами.

Из лиственных обычна примесь ольхи, березы, осины. Количество животных в тайге ограничивается небольшим числом экологических ниш и суровостью зим. Основные крупные травоядные – лось и олень. Имеется большое количество хищников: куницы, рыси, волки, росомахи, норки, соболя. Многочисленны грызуны – от полевки до бобра. К постоянным птицам относятся многие виды куропаток. Из таежных земноводных в основном развиты живородящие, так как прогреть кладку яиц за короткое лето невозможно.

Резкие климатические контрасты между летом и зимой приводит к колебанию численности животных в годовом цикле. Одним из примеров служит колебание численности зайца-беляка и рыси. Цикл развития хищника, так же как и в тундре, зависит от цикла развития жертвы.

3. Биом листопадных лесов умеренной зоны. В умеренной поясе, где достаточно влаги (800-1500 мм в год), а жаркое лето сменяется холодной зимой, развились леса определенного типа. К существованию в таких условиях приспособились деревья, сбрасывающие листву в неблагоприятное время года. Большинство деревьев умеренных широт относятся к широколиственным породам. Это дуб, бук, клен, ясень, липа, граб. Вперемешку с ними встречаются здесь и хвойные сосна и ель, тсуга и секвойя.

Большинство лесных млекопитающих ведут наземный образ жизни – это барсуки, медведи, благородные олени, кроты и грызуны. Волки, дикие коты и лисы – распространенные здесь хищники. Множество птиц: дятлы, синицы, дрозды, зяблики и др. Данный биом характерен для Центральной Европы, частично Восточной Азии и востока США. Леса этого биома занимают плодородные почвы, что послужило причиной их широкого сведения для нужд

сельского хозяйства. Современная лесная растительность здесь сформировалась под непосредственным влиянием человека. Нетронутыми можно считать, вероятно, лишь леса в Сибири и на севере Китая.

4. Степи умеренной зоны. Основные площади этого биома представлены азиатскими степями и североамериканскими прериями. Малая его часть расположена на юге Южной Америки и Австралии. Осадков недостаточно, чтобы здесь существовали деревья, но хватает, чтобы не допустить образование пустынь. Неравномерность выпадения осадков (от 250 до 750 мм в год) позволяет делить прерии от востока к западу Северной Америки на низкотравные (растения не вырастают выше полуметра), смешанно-травные (высота растений от 50 до 150 см) и высокотравные (травы достигают 3-метровой высоты). В Азии горы Алтая делят степи на западные (более сухие) и восточные.

Почти все степи распаханы и заняты посевами зерновых и культурными пастбищами. Почвы степей с высокими травами (главным образом злаки с обширной корневой системой) богаты гумусом (органическое вещество почвы), поскольку к концу лета травы погибают и быстро разлагаются. В прежние времена на обширных степных просторах паслись огромные естественные стада травоядных млекопитающих. В настоящее время здесь в основном можно встретить порой только одомашненных коров, лошадей, овец и коз. Из коренных обитателей можно отметить североамериканского койота, евразийского шакала, гиеновую собаку. Все эти хищники приспособились к соседству человека

5. Растительность средиземноморского типа. Территории вокруг Средиземного моря характеризуются жарким иссушающим летом и прохладной влажной зимой. Поэтому растительность здесь представлена в основном колючими кустарниками и ароматическими травами. Обычна жестколистная растительность с толстыми и глянцевыми листьями. Деревья редко вырастают здесь до нормального состояния.

Этот биом носит специфическое название - *чапараль*. Сходная растительность характерна для условий Мексики, Калифорнии, Южной Америки (Чили) и Австралии. В Австралии часто встречаются деревья и кустарники из рода эвкалипт. Из животных для этого биома обычны кролики, древесные крысы, бурундуки некоторые виды оленей. Иногда можно встречаются косули, рыси, дикие кошки и волки. Из рептилий множество ящериц и змей. Много насекомых, особенно цикад. В Австралии в зоне распространения чапаралья можно встретить кенгуру, в Северной Америке – зайцев и пум.

В этом биоме важную роль играют пожары, которые с одной стороны благоприятствуют травам и кустарникам (в почву возвращаются элементы питания), а с другой стороны создают естественный барьер от вторжения пустынной растительности.

6. Пустыни. Бросим взгляд на географическую карту мира. Удивительно, но факт – более третьей части суши Земли занято неблагоприятными для жизни областями – пустынями и полупустынями. Курпнейшая из них – Сахара (более 7 млн. кв. км) почти равна площади всей Европы. Солнце выжигает здесь землю

день за днем. Ежегодно ветер поднимает в ней от 60 до 200 млн. т пыли, разнося ее далеко за пределы Черного континента.

Биом пустынь характерен для засушливых и полузасушливых зон Земли, где выпадает менее 250 мм осадков. Сахара (также как пустыня Такла-Макан в Центральной Азии, пустыня Атакама в Южной Америке, Ла-Жойа - Перуанская пустыня, и Асуан - Ливийская пустыня) относится к жарким пустыням. Однако, есть пустыни, где в зимний период температура опускается до -20°C , как, например, в пустыне Гоби.

Типичный пустынный ландшафт - обилие голого камня или песка с редкой растительностью. Поверхность обширной пустынной области Сахары только на 20% занята песками, а остальное - это галька, скалы, камни и солончаки.

В жестких условиях пустынь распространены виды растений и животных, приспособившихся к засухе. Пустынные растения относятся большей частью к группе суккулентов. Это различные кактусы и молочаи. Много однолетников. В холодных пустынях обширные площади заняты растениями, относящимися к группе солянок - виды из семейства маревых. Эти растения имеют длинную, разветвленную корневую систему, с помощью которой можно добывать воду с больших глубин.

Животные по разному приспосабливаются к жизни в пустыне: они большей частью довольно малы, что помогает им во время жары спрятаться под камнями или в норах. Пустынные животные выживают, поедая запасавшие воду растения. Из крупных животных можно отметить верблюда, который долго может обходиться без воды, но чтобы выжить, вода ему необходима. А вот такие пустынные животные как тушканчик и кенгуровая крыса могут существовать без воды неопределенно долгое время, питаясь лишь сухими семенами.

7. Биом тропических саванн и лугопастбищных земель. Саванны представляют собой обширные открытые пространства, покрытые обильной травой, где лишь иногда встречаются одиноко стоящие деревья. Термин саванна означает «равнина без деревьев». Этот биом распространен на довольно бедных почвах, что послужило причиной относительной его сохранности.

Биом располагается по обеим сторонам от экваториальной зоны между тропиков. Наиболее характерные саванны расположены в Центральной и Восточной Африке, хотя они встречаются также и в Южной Америке, и в Австралии. Типичный пейзаж саванны - высокая трава с редкостоящими деревьями из рода акация, баобаб, древовидные молочаи.

Во время сухого сезона часты пожары, уничтожающие засохшую траву. Кажущиеся разрушительными, они весьма необходимы саванне. Без пожаров она покрылась бы густым лесом. Многие пожары вызываются намеренно человеком, который контролирует продвижение огня. В результате получается богатая полезными веществами зола, которая, смешиваясь с почвой, стимулирует отращивание новой наземной порции травы.

Но что касается животных, то в саваннах Африки пасется такое количество копытных, которое не встречается ни в одном другом биоме. Хотя все травоядные животные саванны нуждаются в одном и том же источнике пищи —

траве, у каждого вида есть к ней свои требования. Из-за этого острота борьбы за пищу снижается. Например, гну и зебра питаются крупной молодой травой. Срывая ее близко к земле, они позволяют газелям Томпсона добираться до мясистых низкорослых трав.

Огромное количество травоядных способствует проживанию множеству хищников. Особенности последних – большая скорость передвижения. Саванна – это открытая местность. Чтобы догнать жертву, нужно быстро бегать. Поэтому равнины Восточной Африки являются домом для самого быстрого в наземном мире животного – гепарда. Эти хищники охотятся поодиночке. Другие – львы, гиеновые собаки, предпочитают совместные действия для отлова добычи. Третьи – гиены и грифы, питающиеся падалью, всегда наготове, чтобы быстро подхватить остатки, или стащить только что пойманную добычу. И только умный леопард подстраховывает себя, затаскивая пойманную жертву на дерево.

8. Тропическое или колючее редколесье. Этот биом в основном представлен светлыми редкостойными лиственными лесами и колючими, причудливо изогнутыми кустарниками. Данный биом характерен для южной, юго-западной Африки и юго-западной Азии. Монотонно-однообразная растительность иногда украшается величественными баобабами. Лимитирующий фактор здесь - неравномерное распределение осадков, хотя в целом их выпадает достаточное количество.

9. Биом тропических лесов. Ничто не может сравниться на нашей планете с тропическими дождевыми лесами. Они занимают тропические области Земли в бассейнах Амазонки и Ориноко в Южной Америке; бассейны Конго, Нигера и Замбези в Центральной и Западной Африке, Мадагаскар, Индо-Малайскую область и Борнео - Новая Гвинея. Постоянно влажный климат способствует тому, что растения здесь очень крупные и хорошо развитые. Растительность тропического леса предстает перед путешественником сплошной стеной растений, поднимающихся на высоту до 75 метров. Верхний ярус представлен гигантскими деревьями. Здесь едва ли найдется хоть одно дерево, не увитое многочисленными лианами и не украшенное многочисленными растениями-эпифитами и паразитами.

Гущи растений – рай для животных. Так как солнечный свет очень плохо проникает сквозь густую листву деревьев, под ними практически нет растений и, конечно, животных. Все животное разнообразие сосредоточено в среднем ярусе тропического леса. Насекомые, рептилии, птицы и млекопитающие свободно перемещаются вверх и вниз по стволам могучих деревьев. Высоко наверху, в солнечных кронах, живет множество удивительных созданий, которые за всю свою жизнь так и не удосуживаются спуститься вниз, в тень. Здесь, в развесистых кронах, обитает одна из самых крупных хищных птиц в мире – южноамериканскую гарпию. Здесь же можно встретить филиппинскую гарпию-обезьяноеда. Эта «птичка» известна тем, что не брезгует поймать и полакомиться крупной обезьяной, коих так достаточно в кронах деревьев.

Спускаясь ниже, в более тенистые яруса, есть возможность повстречать змей и крупных кошек, таких как ягуар и оцелот в Южной Америке и дымчатого

леопарда в Юго-Восточной Азии. Эти «шалуны» всегда наготове броситься на ничего не подозревающую жертву, независимо от того – крупное ли это млекопитающее, рептилия, или что-нибудь другое съедобное.

На поверхности земли, в сумраке тропиков, можно встретить слонов, тапиров, оленей, горилл и других млекопитающих. Они делят здесь пристанище с некоторыми нелетающими птицами, такими как шалашники.

Здесь же, в тропиках можно встретить растение с самыми крупными цветами. Это раффлезия арнольди - огромный цветок, распластанный по земле. Цветок имеет пять мощных мясистых полукруглых лепестков красно-алого цвета и достигает в поперечнике одного метра. У цветка нет ни листьев, ни стебля, ни корней. Он паразитирует на корнях других тропических растений. Процесс опыления производят мухи, слетаясь на невыносимый запах падали, испускаемый этим чудом природы.

Тропические леса зависят от двух факторов: обильных, постоянно выпадающих осадков и тепла без выраженных сезонных колебаний. Средняя температура здесь в течение года составляет в среднем 26°C. Средняя величина годовых осадков для всех дождевых тропических лесов составляет 230-240 см. Иногда годовые осадки достигают 762 см, как, например в департаменте Чоко (Колумбия). Относительная влажность в лесу составляет в среднем 76%.

Главной особенностью тропических лесов является то, что произрастают они на крайне бедных почвах. Верхний слой почвы не превышает 5 см на склонах. Под ним обычно лежит красная латеритная глина, лишенная питательных веществ. В некоторых районах Амазонии и острова Калимантан джунгли удивительным образом растут прямо на песке. Почти все минеральные и органические вещества в биоме тропических лесов сосредоточены в самой растительности и циркулируют в замкнутой системе. Вырубка лесов ведет к нарушению высокоэффективной замкнутой системы. Согласно оценкам, ареал тропических лесов ежегодно сокращается на 11-15 млн. га. Ежегодно с лица Земли исчезает 120 000 км² тропического леса (ежеминутно – 23 га). Если не будет радикальным образом изменен нынешний характер эксплуатации тропических лесов и землепользования, то в течение ближайших 50 лет от них мало что останется. Это приведет к резкому обеднению разнообразия жизни на Земле и вымиранию миллиона видов. В наших силах еще остановить величайшее биологическое стихийное бедствие из когда-либо поражавших биосферу.

УЧЕНИЕ О БИОГЕОЦЕНОЗАХ

В традициях отечественных экологов всегда было осознание природы как единого целого. Естественнаучные взгляды в нашей стране формировались под влиянием воззрений ученых, которые относились к традиционно сильной в России школе лесоведения и лесоводства. Среди них следует отметить прежде всего таких выдающихся ученых, как Г.Ф. Морозов, издавший классический труд «Учение о лесе», Г.Н. Высоцкий, М.Е. Ткаченко и др. Большое влияние на

естествоиспытателей того времени оказали также идеи известного почвовед В.В. Докучаева и геохимика, основателя учения о биосфере В.И. Вернадского.

Еще в 1899 г. В.В. Докучаев писал, что в последнее время все больше формируется и обособляется одна из наиболее интересных дисциплин в области современного естествознания, а именно учение о многогранных соотношениях и взаимоотношениях (а одновременно и о законах, управляющих вековыми изменениями), которые существуют между неживой и живой природой: между поверхностными горными породами, пластикой земли, почвами, наземными и почвенными водами, климатом страны и растительными и животными организмами, в том числе и человеком, гордым венцом природы.

Идея о взаимосвязи и единстве всех явлений природы привела к появлению экосистемного подхода и разработке понятия «экосистема» за рубежом, и возникновении новой научной дисциплины в бывшем СССР.

Такой дисциплиной, возникшей в недрах лесной геоботаники и оформившейся впоследствии в фундаментальную науку со своими задачами и методами, является **биогеоценология** (от греч. *bios* - жизнь, *ge* - земля, *koínos* - общий). Основоположником биогеоценологии стал выдающийся геоботаник, лесовод и эколог академик Владимир Николаевич Сукачев, предложивший свою трактовку структурной организации биосферы. В.Н.Сукачев посвятил свою жизнь разработке общих вопросов фитоценологии - науки о растительных сообществах (фитоценозах). В своих работах он придавал большое значение изучению межвидовых и внутривидовых взаимоотношений растений в растительных сообществах.

В.Н.Сукачев показал, что нельзя рассматривать сообщества живых организмов в отрыве от важнейших факторов среды, и прежде всего от почвы. Основатель современного почвоведения В.Докучаев совершенно верно раскрыл значение почвы, как особого тела природы. Он писал: «Почвы... есть зеркало, яркое и вполне правдивое отражение, так сказать, непосредственный результат совокупного, весьма тесного векового взаимодействия между водой, воздухом, землей... с одной стороны, растительными и животными организмами и возрастом страны – с другой». Именно благодаря учению В.Докучаева стало возможным введение в термин «биоценоз» частички «гео» - земля. Так родилось учение о биогеоценозах.

Основной теоретической разработкой В.Н.Сукачева является идея единства и взаимосвязи живых организмов (биоценоза) и среды его обитания (биотопа). Биогеоценология предполагает разносторонний комплексный подход к исследованию живого покрова Земли, основанный на изучении взаимодействий составляющих его компонентов. Задачей биогеоценологии является расшифровка связей и взаимодействий между живыми и косными компонентами природы – биогеоценозами, которые ученый назвал элементарными ячейками поверхности Земли.

Теоретическими вопросами биогеоценологии В.Н.сукачев начал заниматься задолго до появления его программных публикаций. Оформление биогеоценологии в целостную научную концепцию произошло в 40-х годах XX

века. Важным этапом здесь являлась публикация в 1947 г. Статьи «Основы теории биогеоценологии», в которой были определены основные положения этой науки. В.Н.Сукачев писал: «Чтобы управлять процессами, идущими в биогеоценозе, надо их знать, надо знать все условия, влияющие на них. Поэтому основным объектом нашего изучения должны быть процессы круговорота вещества и энергии в биогеоценозах и все условия, их определяющие. Отсюда вытекает, что такое изучение должно быть комплексным».

По определению В.Н.Сукачева биогеоценоз (*био...* + *гео...* + гр. *koinos* - **общий**) – это однородный участок земной поверхности, где природные явления (атмосфера, горная порода, растительность, животный мир, микроорганизмы, почва, гидрологические условия) имеют однотипный характер взаимодействия между собой и объединены обменом веществ и энергии в единый природный комплекс.

Сущность биогеоценоза В.Н.Сукачев видел в процессе взаимного обмена веществом и энергией между составляющими его компонентами, а также между ними и окружающей внешней средой. Важная особенность определения биогеоценоза - то, что он связан с определенным участком земной поверхности.

Исходным понятием при определении биогеоценоза был геоботанический термин «**фитоценоз**» - растительное сообщество, группировка растений с однородным характером взаимоотношений между ними самими и между ними и средой. Растения развиваются на вполне конкретном субстрате - почве, представляющем собой органико-минеральное естественноисторическое природное образование, которое населено микроорганизмами. Еще одним природным компонентом, с которым непосредственно контактируют растения, является атмосфера. Также важны для характеристики биогеоценоза условия увлажнения. Любой фитоценоз всегда населен разнообразными животными.

Объединяя все указанные составляющие в одно целое, мы получим структуру биогеоценоза. Она включает следующие функционально связанные части. Это фитоценоз - растительное сообщество (автотрофные организмы, продуценты); зооценоз - животное население (гетеротрофы, консументы) и микробоценоз - различные микроорганизмы, представленные бактериями, грибами, простейшими (редуценты). Эту живую часть биогеоценоза Сукачев относил к **биоценозу**. Неживую, абиотическую часть биогеоценоза составляют совокупность климатических факторов данной территории – климатоп, биокосное образование - эдафотоп (почва) и условия увлажнения (гидрологические факторы) - гидротоп. Такая совокупность абиотических компонентов биогеоценоза носит название **биотоп**. Все взаимодействия компонентов биогеоценоза связаны между собой совокупностью пищевых цепей и взаимообусловлены. Каждый компонент в природе неотделим от другого. Главным созидателем живого вещества в пределах биогеоценоза является фитоценоз - зеленые растения. Используя солнечную энергию, зеленые растения создают огромную массу органического вещества. Состав и масса такого вещества зависят главным образом от особенностей атмосферы и почвенных условий, которые определяются, с одной стороны, географическим положением

(зональность, отражающаяся существованием определенных типов биомов), а с другой - рельефом местности и расположением фитоценоза. От состава и характеристики растительности зависит существование комплекса гетеротрофов. В свою очередь биоценоз в целом определяет состав и количество органического вещества, попадающего в почву (степные богатые черноземы, слабогумусированная почва бореальных лесов и крайне бедные почвы влажного тропического леса). Животные в процессе своей жизнедеятельности также оказывают разнообразное влияние на растительность. Исключительно важны взаимодействия между микроорганизмами и растительностью, микроорганизмами и позвоночными и беспозвоночными животными.

При исследовании биогеоценозов основным методом является организация научных стационаров. Для глубокого познания биогеоценозов и законов их жизни необходимо длительное стационарное их изучение с применением отдельных экспериментов, проводимых как непосредственно в природном окружении, так и в лабораториях и питомниках.

Лишь в стационарных условиях можно довольно детально изучить видовой состав растительности, динамику животного населения и состояние природных условий. При этом стационарные исследования предполагают:

- а) анализ факторов среды;
- б) анализ экологических свойств организмов на базе их физиологических особенностей;
- в) анализ собственно биогеоценологических, биоценологических и фитоценологических явлений.

Все эти факторы рассматриваются в динамике.

Таким образом, развивая идею биогеоценоза и теорию биогеоценологии, В.Н.Сукачев под биогеоценозом понимал сообщество животных и растений вместе с отвечающими ему условиями почвы и атмосферы.

Таким образом, теория биогеоценологии В.Н.Сукачева теснейшим образом связана с учением В.В.Докучаева о почве, Г.Ф.Морозова о лесе и В.И.Вернадского о биосфере.

Биогеоценоз, как структурная единица биосферы сходен с предложенной Тенсли трактовкой *экосистемы*. Биогеоценоз и экосистема – понятия сходные, но не одинаковые. Биогеоценоз следует рассматривать как иерархически элементарную комплексную, т.е. состоящую из биотопа и биоценоза, экосистему. Каждый биогеоценоз является экосистемой, но не каждая экосистема соответствует биогеоценозу. В основе обеих формулировок лежит принцип единства живых и неживых компонентов биологических систем.

Прежде всего, любой биогеоценоз выделяется только на суше. На море, в океане, и вообще в водной среде биогеоценозы не выделяются. Биогеоценоз имеет конкретные границы. Они определяются границами растительного сообщества – фитоценоза. Образно говоря, биогеоценоз существует только в рамках фитоценоза. Там, где нет фитоценоза, нет и биогеоценоза. Понятия экосистема и биогеоценоз совершенно тождественны (одинаковы) только для таких природных образований, как, к примеру, лес, луг, болото, поле. Лесной

биогеоценоз = лесная экосистема; луговой биогеоценоз = луговая экосистема и т.п. Для природных образований, меньших или больших по объему, нежели фитоценоз, либо там, где фитоценоз выделить нельзя, применяется только понятие экосистема. Например, кочка на болоте – экосистема, но не биогеоценоз. Текущий ручей – экосистема, но не биогеоценоз. Точно также только экосистемами являются море, тундра, влажный тропический лес и т.п. В тундре, в лесу можно выделить не один фитоценоз, а множество. Это совокупность фитоценозов, представляющих более крупное образование, нежели биогеоценоз.

В этом отличие биогеоценоза от экосистемы. Экосистема может быть пространственно и мельче, и крупнее биогеоценоза. Экосистема - образование более общее, безранговое. Это может быть и участок суши или водоема, прибрежная дюна или небольшой пруд, и вся биосфера в целом. биогеоценоз ограничен границами растительного сообщества – фитоценоза и обозначает конкретный природный объект, занимающий определенное пространство на суше и отделенный пространственными границами от таких же объектов. Это реальная природная зона, в которой осуществляется биогенный круговорот.

АГРОЭКОСИСТЕМЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

В биосфере помимо естественных биогеоценозов (лес, луг, болото, река и т.д.) и экосистем существуют и сообщества, созданные хозяйственной деятельностью человека. Такое искусственно созданное человеком сообщества называется агроэкосистем (агроценоз, агробиоценоз, сельскохозяйственная экосистема).

Агроэкосистема (от греч. агрос - поле - сельскохозяйственная экосистема, агроценоз, агробиоценоз) - биотическое сообщество, созданное и регулярно поддерживаемое человеком с целью получения сельскохозяйственной продукции. Обычно включает совокупность организмов, обитающих на землях сельхозпользования.

К агроэкосистемам относят поля, сады, огороды, виноградники, крупные животноводческие комплексы с прилегающими искусственными пастбищами. Характерная особенность агроэкосистем - малая экологическая надежность, но высокая урожайность одного или нескольких видов (или сортов культивируемых растений) или животных. Главное их отличие от естественных экосистем - упрощенная структура и обедненный видовой состав.

Агроэкосистемы отличаются от естественных экосистем рядом особенностей.

Прежде всего, разнообразие живых организмов в них резко снижено для получения максимально высокой продукции. На ржаном или пшеничном поле кроме злаковой монокультуры можно встретить разве что несколько видов сорняков. На естественном лугу биологическое разнообразие значительно выше, но биологическая продуктивность уступает засеянному полю во много раз.

Еще одной особенностью является то, что виды сельскохозяйственных растений и животных в агроэкосистемах получены в результате действия искусственного, а не естественного отбора, что в значительной мере влияет на сужение их генетической базы. В агроэкосистемах происходит резкое сужение генетической базы сельскохозяйственных культур, которые крайне чувствительны к массовым размножениям вредителей и болезням.

Для агроэкосистем, по сравнению с естественными биоценозами, характерна большая открытость. В естественных биоценозах первичная продукция растений потребляется в многочисленных цепях питания и вновь возвращается в систему биологического круговорота в виде углекислого газа, воды и элементов минерального питания. Агроэкосистемы же более открыты, и из них изымается вещество и энергия с урожаем, животноводческой продукцией, а также в результате разрушения почв.

В связи с постоянным изъятием урожая и нарушением процессов почвообразования, а также при длительном выращивании монокультуры, на культурных землях постепенно происходит снижение плодородия почв. Данное положение в экологии называется **законом убывающего плодородия**. Таким образом, для расчетливого и рационального ведения сельского хозяйства необходимо учитывать обеднение почвенных ресурсов и сохранять плодородие почв с помощью улучшенной агротехники, рационального севооборота и других приемов.

Смена растительного покрова в агроэкосистемах происходит не естественным путем, а по воле человека, что не всегда хорошо отражается на качестве входящих в нее абиотических факторов. Особенно это касается почвенного плодородия.

Почва является важнейшей системой жизнеобеспечения и существования сельскохозяйственного производства. Однако продуктивность агроэкосистем зависит не только от плодородия почвы и поддержания ее качества. В не меньшей мере на нее влияет сохранность среды обитания полезных насекомых (опылители) и других представителей животного мира. К тому же в этой среде обитают многие естественные враги сельскохозяйственных вредителей. Так, уже стал хрестоматийным пример массовой гибели опылителей полей гречихи в США, происходившей при столкновении их с автомобилями в местах близкого расположения сельскохозяйственных угодий к автотрассам.

Еще одна особенность, собственно говоря, и отличающая агроэкосистемы от природных экосистем, состоит в получении дополнительной энергии для нормального функционирования. Под дополнительной понимается любой тип энергии, привносимый в агроэкосистемы. Это может быть мускульная сила человека или животных, различные виды горючего для работы сельскохозяйственных машин, удобрения, пестициды, ядохимикаты, дополнительное освещение и т.д. Под дополнительной энергией можно также понимать новые породы домашних животных и сорта культурных растений, внедряемые в структуру агроэкосистем.

И последнее. Все искусственно создаваемые в сельскохозяйственной практике агроэкосистемы полей, садов, пастбищных лугов, огородов, теплиц представляют собой системы, специально поддерживаемые человеком. В агроэкосистемах используется именно их свойство производить высокую чистую продукцию, так как все конкурентные воздействия на культивируемые растения со стороны сорняков сдерживаются агротехническими мероприятиями, а формирование пищевых цепей за счет вредителей пресекается с помощью различных мер, например, химической и биологической борьбы.

Следует отметить, что агроэкосистемы являются крайне неустойчивыми сообществами. Они не способны к самовосстановлению и саморегулированию, подвержены угрозе гибели от массового размножения вредителей или болезней. Для их поддержания необходима постоянная деятельность людей.

А какие же признаки сообщества, экосистемы считаются устойчивыми? Прежде всего, это сложная, полидоминантная структура, включающая наибольшее, возможное при данных условиях число видов и популяций. Затем, максимальная биомасса. И последнее – относительное равновесие между приходом и расходом энергии. Несомненно то, что в таких экосистемах наблюдается наименьший уровень продуктивности. Биомасса большая, а продуктивность низкая. Это связано с тем, что основная часть поступающей в экосистему энергии идет на поддержание процессов жизнедеятельности.

Самое важное негативное следствие существования агроэкосистем – это их дестабилизирующее воздействие на биогеохимические циклы биосферы, где осуществляется воспроизводство основных видов экологических ресурсов и совершается регуляция химического состава жизненных сред. На сельскохозяйственных угодьях круговорот биогенов оказывается разомкнутым на десятки процентов. Поэтому есть все основания говорить, что агроценозы с самого начала их существования находятся в антагонистических отношениях с окружающей природной средой. Ныне стало очевидно, что они угрожают разрушением фундаментальных биосферных процессов и повинны в глобальном экологическом кризисе. Это относится ко всем созданным человеком формам, в том числе к самым продуктивным сортам и породам.

Сказанного, по-видимому, достаточно, чтобы продемонстрировать принципиальную неспособность агроценозов взять на себя функции естественных экосистем. Следует только добавить, что в настоящее время человечество не придумало еще иного способа снабжать себя продовольствием, нежели создавая искусственные агроэкосистемы.

ЭКОСИСТЕМЫ ГОРОДОВ

Многие природные экосистемы Земного шара находятся в критическом состоянии: уменьшается площадь лесной растительности, широким фронтом наступают пустыни, загрязняется океан. В противоположность этому, городская

среда с каждым десятилетием расширяется на всех континентах. В настоящее время в городах обитает больше половины жителей планеты.

Если сто лет назад лишь одну страну, Великобританию, можно было назвать урбанизированной, то в ближайшие десятилетия число городских жителей может достигнуть 75%. Кстати, Великобритания и сейчас остается страной, где больше всего развито городское население - 92% населения Соединенного Королевства проживает в городах. В некоторых районах Лондона плотность населения достигает 25 000 человек на 1 км², а в горной Шотландии, для сравнения, - всего лишь 8 человек.

Сегодня в городах проживает 2,5 млрд человек. Предполагается, что к 2025 г. численность городского населения удвоится, т.е. в 2025 г. в городах будет сосредоточено 5 млрд человек. Это создает по-настоящему серьезные проблемы.

Любой город, конечно, отличается от окружающей его природной среды. Это касается как основных факторов – климата, почвы, растительного и животного мира, так и по многочисленным следствиям человеческой деятельности.

Чем крупнее город, тем более в нем усложнены отношения между человеком и природой. Крупные города вследствие задымленности и запыленности атмосферы получают на 10-15% меньше солнечной радиации и на 10-30% больше осадков и тумана, чем не урбанизированные ландшафты, в их атмосфере содержится на 2-3 порядка больше их ядовитых соединений, как оксид углерода и двуоксид серы. Подсчитано, что одна автомашина в среднем за каждые 1000 км пути сжигает годовую норму кислорода, необходимую человеку, а взамен этого выбрасывает ядовитую смесь примерно из 200 веществ и среди них оксиды углерода и азота, формальдегид, соединения свинца и др. В этот «букет» входят вещества, вызывающие многие заболевания, например возбудитель раковых заболеваний (канцероген) бензапирен. Статистика показывает, что среди жителей больших городов число заболеваний раком легких в 3 раза выше, чем среди жителей сельской местности. К типичным «болезням большого города» относятся аллергические заболевания, болезни верхних дыхательных путей, ранняя потеря слуха и др.

Из предыдущего материала мы уже знаем, что организмы, способные самостоятельно образовывать органические вещества, используя энергию, поступающую от солнца, называются автотрофами. Все остальные организмы, питающиеся готовой органикой – это гетеротрофы.

По аналогии с этими рассуждениями городское поселение, город можно считать гетеротрофной экосистемой, потому что город сам ничего не производит, а «питается» готовым сырьем, используя энергию, поступающую в него извне. Даже, если в городах и действуют различные фабрики и предприятия, без поступающего из-за пределов города сырья они обречены на простой. И если мы носим одежду, сшитую на городской фабрике, хлопок или лен для нее нужно ввозить из сельской местности. Это касается и воды, и зерна, и мяса, и различных металлов, электрической энергии и т.п. Таким образом, по выражению известного американского эколога Юджина Одума, «современный

город – это паразит своего сельского окружения». Он практически не производит пищи и не возвращает в круговорот потребленные им вещества.

Таким образом, гетеротрофной считается экосистема, использующая преимущественно вещество и энергию органических соединений, накопленных в других (автотрофных) экосистемах. Основные источники энергии для предприятий города, отопления и освещения квартир горожан (за исключением теплоэлектроцентралей) расположены за его пределами. Это - месторождения газа, нефти, угля, гидро- и атомные электростанции. Кроме того, чтобы накормить одного горожанина, требуется не менее 1 га сельскохозяйственных угодий, расположенных за пределами города (включающих пашню, сенокосы и пастбища). Собственное производство продуктов питания (теплицы, пригородные сады) в городе незначительно.

Для проживания в городе с миллионным населением на площади порядка 250 км² требуется буферная площадь для «сбора энергии» порядка 8000 км². И это еще не считая энергии от полезных ископаемых. Город отличается более интенсивным метаболизмом, чем все естественные экосистемы, поэтому без притока энергии от сжигания топлива он существовать не сможет. Каждый гектар площади города потребляет в 1000 и более раз больше энергии, чем такая же площадь в сельской местности.

К.Маркс писал: «Само существование города как такового отличается от простой множественности независимых домов. Здесь целое – не просто сумма своих частей. Это своего рода самостоятельный организм».

Город – это неперенное сочетание двух начал. Пространственного, которое есть результат проектных и строительных усилий, и социального, определяемого рождением и развитием в этом пространстве городского сообщества.

Современный благоустроенный город обеспечивает множество удобств жизни, то, что принято называть комфортом. Но не все задумываются над тем, что платить за этот комфорт людям приходится не чем иным, как собственным здоровьем и здоровьем своих детей. Выхлопные газы, пыль, шум городских улиц, недостаток кислорода, плюс пониженная подвижность (гиподинамия) - привычные спутники и недруги городского жителя.

Эта созданная человеком среда, городской биом, должен рассматриваться как особый ареал обитания растений и животных.

Причудливую смесь видов представляют животные, освоившие возможности новой среды обитания, в их числе: чешуйницы, мыши, крысы, белки, лисы, еноты, опоссумы и огромные стаи скворцов. Эти виды отличает способность использовать широкий диапазон ресурсов, будь то пища, убежище или способы выживания. И каждое животное нашло свой путь адаптации к условиям существования в городе.

Сейчас даже те представители мира животных, которых раньше не встретить в городе, постепенно осваивают враждебную среду городов. Так, например, прежде считавшиеся нелюдимыми черные вороны (не путать с другим видом - серыми воронами) сейчас активно заселяют необычный для диких зверей и птиц ландшафт – промышленный. Эти птицы, например, активно заселяют Москву.

По данным орнитологов, сейчас в городе гнездится 35-40 пар воронов. Они облюбовали территории ТЭЦ, и теперь почти на каждой московской теплоэлектростанции есть своя пара воронов.

Животные в городе представлены не только обычными в естественных экосистемах видами (в парках живут птицы: горихвостка, соловей, трясогуска, зяблик, славки, млекопитающие: полевки, белки и представители других групп животных), но и особой группой городских животных - спутников человека. В ее составе - птицы (воробьи, скворцы, ласточки, вороны, галки, голуби) грызуны (крысы и мыши) и насекомые (тараканы, клопы, моль, мухи и др.). Многие животные, связанные с человеком, питаются отбросами на помойках (галки, воробьи, вороны). Это - санитары города. Разложение органических отходов ускоряют личинки мух и другие животные и микроорганизмы.

Горожане разводят домашних животных - собак и кошек, декоративных животных (попугаев, голубей, хомячков, аквариумных рыбок), в конюшнях ипподромов - лошадей.

Доступность новых источников питания привлекает в городе разных животных, в том числе рыжую лису. Это умное, легко приспосабливающееся животное, в наши дни можно увидеть неподалеку от центра Парижа, Нью-Йорка, Торонто, Амстердама, Стокгольма и Лондона. Лиса хорошо приспособилась к жизни в городе. Днем она проводит время в норе, например, под сараем, а ночью рыщет в поисках добычи в садах или на помойке.

Интересные исследования по изучению влияния городской среды на жизнедеятельность городских птиц провели американские экологи. Они установили, что один небоскреб способен погубить до двухсот птиц в день.

Оказывается, пернатые, обитатели городов, неспособны увидеть зеркальные стекла небоскребов, и часто находят здесь свою смерть, врезаясь в них на всем лету. Из-за таких зеркалок ежегодно только в США разбиваются около миллиарда особей.

Хотя вышки сотовых сетей, разливы нефти и линии электропередач традиционно негативно оцениваются защитниками природы, все эти угрозы бледнеют перед стеклом. По сравнению с последним больше птиц губит только непосредственное уничтожение ареалов обитания.

Если стекло прозрачное, птицы видят только то, что находится за ним, если оно зеркальное, пернатые видят отраженные небо и деревья. В любом случае шансов выжить у них практически не остается.

Главная особенность экосистем городов в том, что в них невозможно экологическое равновесие. Все процессы регулирования потоков вещества и энергии человеку приходится брать на себя. Человек должен регулировать как потребление городом энергии и ресурсов - сырья для промышленности и пищи для людей, так и количество ядовитых отходов, поступающих в атмосферу, воду и почву в результате деятельности промышленности и транспорта.

Еще одна проблема крупных городов – увеличивающееся число мигрантов из других, менее благополучных регионов. От мигрантов страдает как сложившаяся инфраструктура города, так и городское хозяйство. На примере

такого мегаполиса, как Москва, можно видеть те проблемы, с которыми сталкиваются столичные власти.

Раньше существовала генеральная схема развития и размещения производительных сил в стране. И там всегда было прописано ограничение роста крупных городов. Москва – это сердце России. И, образно говоря, город может получить инфаркт, если сюда будет слишком большой приток крови (мигрантов). Уже сейчас передвижение в городе затруднено. Одна из мер - вернуться к идее городов-спутников. Для Москвы сейчас таким является Зеленоград. Можно взять еще несколько дополнительных городов, вывести туда часть предприятий, населения и разгрузить столицу.

В Германии в обязательном порядке указывается и номинальное и фактическое место проживания. В Москве сегодня, по милицеским данным, проживают 8,5 миллиона человек, по данным переписи населения – 10,5 миллиона. Где эти два миллиона? А ведь город тратит огромные деньги на их содержание – тепло, электричество, вся инфраструктура. Если бы они все платили деньги за коммунальные услуги, в бюджет дополнительно поступало бы не менее 600 миллионов рублей в месяц. И с такими проблемами сталкиваются все крупные города (в основном столицы) мира.

Краткое резюме

Экосистема – это функциональное единство живых организмов и среды их обитания. Основные характерные особенности экосистемы – ее безразмерность и безранговость. Замещение одних биоценозов другими в течение длительного периода времени называется сукцессией. Сукцессия, протекающая на вновь образовавшемся субстрате называется первичной. Сукцессия на территории, прежде уже занятой растительностью называется вторичной.

Единицей классификации экосистем является биом - природная зона или область с определенными климатическими условиями и соответствующим набором доминирующих видов растений и животных.

Особой экосистемой является биогеоценоз – участок земной поверхности с однородными природными явлениями. Составными частями биогеоценоза являются климатоп, эдафотоп, гидротоп (биотоп), а также фитоценоз, зооценоз и микробоценоз (биоценоз).

Помимо естественных экосистем человек искусственно создает агроэкосистемы с целью получения продуктов питания. Они отличаются от естественных малой устойчивостью и стабильностью, однако значительно более высокой продуктивностью.

Особым типом экосистем являются городские экосистемы, полностью зависящие от природного окружения. Они рассматриваются как особый ареал обитания растений и животных.

Вопросы для повторения

1. В чем смысл концепции экосистемы?

2. Какой размерности могут быть экосистемы.
3. Приведите примеры экосистем. Является ли экосистемой космический корабль, подводная лодка, аквариум?
4. Что такое открытая и закрытая термодинамическая система, и как это понятие применить к экосистемам?
5. Какие признаки присущи естественным экосистемам?
6. Что такое биогеоценоз и как он соотносится с экосистемой?
7. Приведите примеры биогеоценозов.
8. Какие функционально связанные части можно выделить в биогеоценозе?
9. Чем определяются границы биогеоценоза?
10. Чем определяется динамика экосистем?
11. Охарактеризуйте суточную и сезонную динамику экосистем.
12. Что такое сукцессия и какие причины вызывают ее возникновение? Приведите примеры сукцессий.
13. Чем первичная сукцессия отличается от вторичной?
14. Что такое сукцессия антропогенная?
15. Дайте определение агроэкосистемы, приведите примеры агроэкосистем.
16. В чем проявляются существенные различия между природными экосистемами и агроэкосистемами?
17. Что такое гетеротрофная экосистема.
18. Является ли город гетеротрофной экосистемой? Обоснуйте ответ.

Темы для докладов на семинарах

1. Структура природных экосистем.
2. Теория биогеоценологии В.Н.Сукачева.
3. Динамика и стабильность экосистем. Экологическая сукцессия.
4. Развитие и эволюция экосистем.
5. Разнообразие экосистем Земного шара.
6. Классификация экосистем. Основные биомы суши Земного шара.
7. Агроэкосистемы и их особенности.
8. Город как гетеротрофная экосистема.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Войткевич Г.В., Вронский В.А. Основы учения о биосфере: Учеб. пособие для студентов вузов. Ростов на Дону, 1996.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2003.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. – М., 1986.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. – М., 1989.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб., 1997.
- Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии (избранные труды). Т.1. – Л., 1972.

- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн.пособие для студ. биол. спец. пед.ин-тов. - М., 1988.
- Шилов И.А. Экология: Учеб.пособие для биол. и мед. спец. вузов. - М., 1997.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М., 1980.

Дополнительная

- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. - Ростов на Дону, 1996.
- Каталог биосферы. – М., 1991.
- Маврищев В.В. Основы общей экологии/ Учебное пособие для студентов небиологических специальностей вузов. – Мн., 2000.
- Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.
- Маглыш С.С. Общая экология: Учеб. пособие. - Гродно, 2001.
- Мир природы: живые организмы и окружающая среда. Четырнадцать уникальных панорам важнейших природных экосистем. – М., 1997.
- Ньюмен А. Легкие нашей планеты. – М., 1989.
- Общая экология: Учебник для вузов. – М., 2000.
- Пономарева И.Н. Экология растений с основами биогеоценологии/ Пособие для учителей. - М., 1978.
- Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
- Розанов С.И. Общая экология. – СПб.: Лань, 2001.
- Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. - Киев, 1987.
- Чистик О.В. Экология. – Учеб. пособие. - 2-е изд. - Мн., 2001.
- Экологические очерки о природе и человеке/ Под ред. Б.Гржимека. – М., 1988.

ЛЕКЦИЯ 7

БИОСФЕРА

План лекции:

1. Понятие и определение биосферы
2. Структура биосферы
3. Учение В.И.Вернадского о биосфере
4. Понятие ноосферы
5. Живое вещество биосферы, его характеристика
6. Особенности и функции живого вещества
7. Биологическое разнообразие, как основа стабильности биосферы
8. Значение сохранения биологического разнообразия

ПОНЯТИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОСФЕРЫ

Характерная особенность нашей планеты, отличающей ее от всех соседей по Солнечной системе – существование на ней жизни. Нигде в обозримом Космосе, как бы не хотелось этого людям, до сих пор не найдена жизнь в том ее состоянии и развитии, что присутствует на Земле. Таинственная загадка появления (зарождения или привнесения) органического мира на Земле, именуемого жизнью, до сих пор не разгадана. Работы здесь ведутся по двум направлениям: исследования, направленные на изучение путей зарождения органической жизни непосредственно на планете, и межпланетные космические исследования, которые, как надеются ученые смогут пролить какой-нибудь свет на механизмы синтеза органических молекул.

Сложный природный процесс, протекавший и протекающий на Земле непосредственно связан с взаимодействием трех оболочек планеты: литосферы, гидросферы и атмосферы. Именно эти оболочки и являются той сферой, областью, где существуют живые организмы. Такая область существования живых организмов на Земле называют биосферой (сферой жизни).

Термин биосфера утвердился в естествознании еще в начале XIX века. Биосфера включает в себя все области нашей планеты, освоенные жизнью. Это и атмосфера, и океан, и все части земной поверхности, где утвердилась жизнь в любых ее формах.

Впервые вплотную к понятию биосфера подошел французский естествоиспытатель Жан Батист Ламарк.

Ему принадлежит приоритет в формулировке самого понятия «биосфера», и хотя Ламарк употребил впервые термин «биосфера» в 1803 г. в труде по гидрогеологии Франции для обозначения совокупности организмов, обитающих на Земле, это термин вскоре был благополучно забыт и внедрился в научную терминологию значительно позже. Ламарку не отдается преимущество при определении приоритета в употреблении термина «биосфера», поскольку он не выражал этим словом представление о сфере деятельности живых существ.

Однако обобщения, сделанные Ламарком, позволяют нам говорить о том, что высказанные им идеи содержат в себе зачатки понятия о биосфере. В лекциях 1800 г. года Ламарк отметил, что живые тела содержат все неорганические вещества, наблюдаемые в природе, и объяснил это активным участием животных и растений в формировании поверхности Земли. Позже он заключает, что все минералы внешней коры и состоящие из них элементы земной поверхности являются исключительно продуктами животных и растений, которые существовали на этих участках поверхности земного шара.

Работы Ламарка положили начало представлениям о существовании на нашей планете определенного пространства, заселенного живыми существами. Причем подчеркивалось, что это пространство организовано именно жизнедеятельностью организмов. К концу XIX в. было использовано множество терминов для обозначения такого пространства, однако закрепился лишь один.

Австрийский геолог Эдуард-Фридрих Зюсс в 1875 г. воскресил предложенный Ламарком термин и ввел это понятие в науку повторно, причем, неизвестно, заимствовал ли его ученый из трудов своего великого предшественника, либо это было его самостоятельным умозаключением. Так или иначе, в своей работе «Происхождение Альп» впервые в научной литературе Зюсс сказал о «самостоятельной биосфере», как особой оболочки Земли, образованной живыми организмами. Позже, в трехтомном труде «Лик Земли» он разработал понятие биосферы, как области Земли, заселенной жизнью.

Он писал: «В области взаимодействия верхних сфер и литосферы и на поверхности материков можно выделять самостоятельную биосферу. Она простирается теперь как над сухой, так и над влажной поверхностью, но ясно, что раньше она была ограничена только гидросферой». Именно с 1875 года, времени выхода книги Зюсса, мы датируем начало биологического представления о биосфере как совокупности организмов, населяющих Землю.

Биосфера (от греч. *bios* - жизнь, *sphaira* - шар) - оболочка Земли, населенная живыми организмами, область обитания живых организмов планеты Земля, самая большая экосистема. Именно живые организмы сформировали отложения известняков, залежи угля и нефти, накопили свободный кислород в атмосфере.

СТРУКТУРА БИОСФЕРЫ

Биосфера представляет собой сложнейшую планетарную оболочку жизни, населенную организмами, составляющими в совокупности живое вещество. Это самая крупная (глобальная) экосистема Земли - область системного взаимодействия живого и косного вещества на планете. Совокупная деятельность живых организмов в биосфере проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба.

Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы до высоты озонового экрана (20-25 км), верхнюю часть литосферы (кора выветривания) и всю гидросферу до глубинных слоев океана. Биосфера – область существования живого вещества, активная оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба.

Ограничивают область распространения жизни слишком высокие или низкие температуры. Нижнюю границу биосферы на материках условно проводят по изотерме 100° С. При более высокой температуре большинство бактерий существовать не может. В Европе эта изотерма находится на глубине 10-15 км, в молодых альпийских прогибах она поднимается до 1,5-2 км. Фактически жизнь в литосфере прослеживается до глубины 3-4 км.

Элементы минерального питания также влияют на развитие жизни. К ограничивающему фактору можно отнести и сверхсоленую среду (превышение концентрации солей в морской воде примерно в 10 раз). Лишены жизни подземные воды с концентрацией солей свыше 270 г/л.

В планетарной биосфере выделяют континентальную и океаническую биосферы, которые отличаются геологическими, географическими, экологическими, биологическими, физическими и другими условиями. Нижний предел распространения живого ограничивается дном океана (глубина около 11 км). Вверх, в атмосферу, биосфера простирается не выше наибольших плотностей озонового экрана, что составляет 22-24 км. Следовательно, предел протяженности биосферы выражается цифрой 39-40 км. Однако основная жизнь в биосфере сконцентрирована в значительно более узких пределах, охватывающих всего несколько десятков метров. Поражает то, насколько невелика область распространения жизни на Земле: по сравнению с диаметром Земли (13 000 км) биосфера — это тонкая пленка на ее поверхности.

А как же установить границу биосферы в морях и океанах? Английский натуралист Э.Форбс в 1841 году по результатам своих наблюдений в Средиземном море категорически заявил, что ниже 540 м жизнь в океанических водах невозможна. Однако уже спустя 20 лет был поднят кабель с глубины 2160 метров. Он оказался весь усеян кораллами, устрицами, двустворчатыми и брюхоногими моллюсками, яйцами кальмаров.

Окончательно было доказано, что самые глубокие места в Мировом океане обитаемы, в 1960 году. 23 января исследователи-океанологи Жак Пикар и Дон Уолш опустились в батискафе в Марианскую впадину Тихого океана. На глубине 10 525 метров они разглядели рыбу и креветку. Так было доказано о существовании живых организмов в самых глубоких местах океана. Следует только отметить, что плотность организмов в океане распределяется крайне неравномерно. Примерно 5/6 его обитателей предпочитают верхние, освещаемые солнцем слои. По мере спуска в глубину количество видов резко уменьшается.

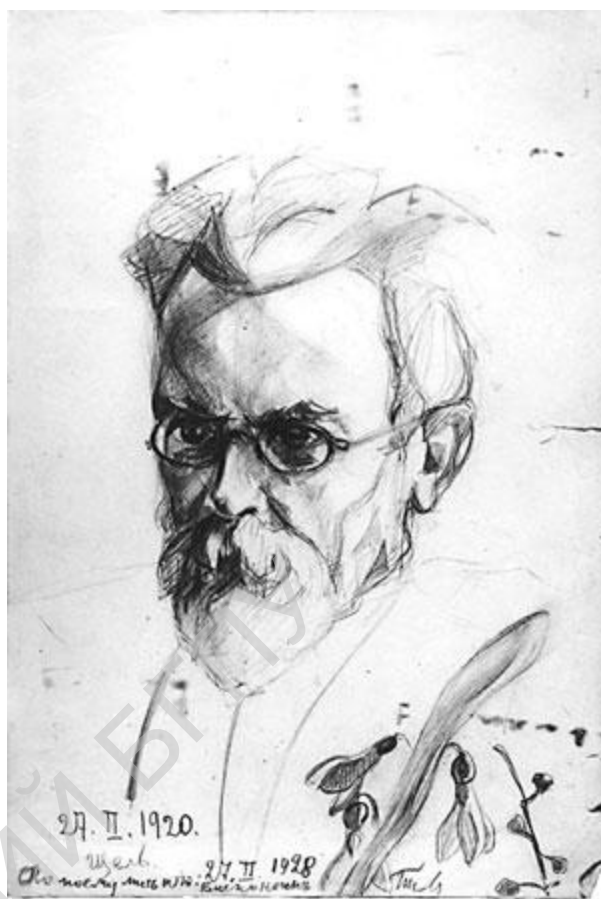
Что касается верхней границы существования жизни, то ученые обычно проводят ее на высоте 20-25 километров, где находится спасительный для всего живого озоновый экран. Здесь та же ситуация с расселением организмов, что и в океане, только наоборот. Уже на высоте 8-9 км температура сильно ограничивает существование животных и растений.

Что касается организмов, населяющих биосферу, то их насчитывается примерно около 2-2,5 миллионов видов. Причем особое место отводится растениям, производителям органического вещества. Их общий сухой вес (вес фитомассы) оценивается примерно в $2,42 \times 10^{12}$ т. Это составляет 99% всего живого вещества на планете. Оставшийся 1% приходится на гетеротрофные организмы.

УЧЕНИЕ В.И.ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ

Одним из выдающихся естествоиспытателей, который посвятил себя изучению процессов, протекающих в биосфере, был академик Владимир Иванович Вернадский (1864-1945). Он стал основоположником научного направления, названного им биогеохимией, которое легло в основу современного учения о биосфере.

В начале XX века В.И. Вернадским были подняты проблемы совместной эволюции человека и биосферы с позиции развития Земли как космического тела. В основе целостного взгляда В.И.Вернадского лежат идеи эволюции и системности – идеи, приобретающие ныне значение универсальных принципов естествознания. До Вернадского множество ученых, занимающихся изучением оболочки нашей планеты с населяющими ее живыми организмами не видели в биосфере ничего, кроме мира живых существ, создающих мозаичную сферу своего распространения на Земле. И только гений русского ученого позволил увидеть за покровом живых существ единое «живое вещество» планеты, непрерывность его потока, понять его роль в геохимической структуре биосферы.



Портрет Вернадского, сделанный его дочерью Ниной

Его исследования привели к осознанию роли жизни и живого вещества в геологических процессах. Облик Земли, ее атмосфера, осадочные породы, ландшафты - все это результат жизнедеятельности организмов. Особую роль в становлении лика нашей планеты В.И. Вернадский отводил человеку. Он представил деятельность человечества как стихийный природный процесс, истоки которого теряются в глубинах истории.

Будучи глубоким теоретиком, В.И. Вернадский стоял у истоков таких новых и общепризнанных ныне наук, как радиогеология, биогеохимия, учение о биосфере и ноосфере и науковедение.

В 1926 г. В.И. Вернадский опубликовал в Ленинграде книгу под названием «Биосфера», которая ознаменовала рождение новой науки о природе, о взаимосвязи с ней человека. Свою работу «Биосфера» В. И. Вернадский начинает словами: «Своеобразным, единственным в своем роде, отличным и неповторяемым в других небесных телах представляется нам лик Земли – ее изображение в космосе, вырисовывающееся извне, со стороны, из дали бесконечных небесных пространств. В лике Земли выявляется поверхность нашей планеты, ее биосфера, ее наружная область, ограничивающая ее от космической среды». Ученым биосфера впервые показана как единая динамическая система, населенная и управляемая жизнью, живым веществом планеты. «Биосфера - организованная, определенная оболочка земной коры, сопряженная с жизнью». В работах по биосфере ученый показал, что взаимодействие живого вещества с веществом косным есть часть большого

механизма земной коры, благодаря которому происходят разнообразные геохимические и биогенные процессы, миграции атомов, осуществляется их участие в геологических и биологических циклах.

В своем учении о биосфере В.И.Вернадский сформулировал два биогеохимических принципа. Они заключаются в следующем:

- 1) геохимическая биогенная энергия стремиться в биосфере к максимальному проявлению;
- 2) при эволюции видов выживают те организмы, которые своей жизнью увеличивают биогенную геохимическую энергию.

Действительно, продуценты - зеленые растения и микроорганизмы, использующие солнечную энергию для построения своих тканей не могут не стремиться использовать ее максимально. Потому и создаваемая ими потенциальная энергия стремиться к максимально возможному значению и именно те организмы, которые это обеспечивают оказываются самыми конкурентоспособными.

Ученый подчеркивал, что биосфера является результатом сложнейшего механизма геологического и биологического развития и взаимодействия косного и биогенного вещества. С одной стороны, это среда жизни, а с другой - результат жизнедеятельности. Главная специфика современной биосферы - это четко направленные потоки энергии и биогенный (связанный с деятельностью живых существ) круговорот веществ.

В.И. Вернадский, впервые показал, что химическое состояние наружной коры нашей планеты всецело находится под влиянием жизни и определяется живыми организмами, с деятельностью которых связан великий планетарный процесс - миграция химических элементов в биосфере. Эволюция видов, отмечал ученый, приводящая к созданию форм жизни, устойчива в биосфере и должна идти в направлении увеличения биогенной миграции атомов.

В.И. Вернадский отмечал, что «пределы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жизни». На развитие жизни, а следовательно, и границы биосферы оказывают влияние многие факторы и прежде всего наличие кислорода, углекислого газа, воды в ее жидкой фазе. Ограничивают область распространения жизни и слишком высокие или низкие температуры. Элементы минерального питания также влияют на развитие жизни. К ограничивающему фактору можно отнести и сверхсоленую среду (превышение концентрации солей в морской воде примерно в 10 раз). Лишены жизни подземные воды с концентрацией солей свыше 270 г/л.

Согласно представлениям В.Вернадского, биосфера состоит из нескольких разнородных компонентов. Главное и основное – это **живое вещество**, совокупность всех живых организмов населяющих Землю. В процессе жизнедеятельности живые организмы взаимодействуют с веществом неживым (абиогенным) – **косным веществом**. Такое неживое вещество образуется процессами, в котором живые организмы не принимают участия, например, изверженные горные породы. Следующий компонент – **биогенное вещество**, создаваемое и перерабатываемое живыми организмами, например, газы

атмосферы, каменный уголь, нефть, торф, известняк, мел, лесная подстилка, почвенный гумус и т.д. Еще одно составляющее – **биокосное вещество** - результат совместной деятельности организмов и косных (абиогенных) процессов, или, другими словами, косное вещество, переработанное деятельностью живых организмов (вода, почва, кора выветривания, осадочные породы, глинистые материалы).

Косное вещество резко преобладает по массе и по объему. Живое вещество по массе составляет ничтожную часть нашей планеты «количество его исчисляется примерно 0.25% биосферы по весу». Причем «масса живого вещества остается в основном постоянной и определяется лучистой солнечной энергией заселения планеты». В настоящее время этот вывод называется *законом константности*.

В своем основополагающем труде В.И.Вернадский приводит пять постулатов, относящихся к функции биосферы.

Первый постулат: «С самого начала биосферы жизнь, в нее входящая, должна была быть уже сложным телом, а не однородным веществом, поскольку связанные с жизнью ее биогеохимические функции по разнообразию и сложности не могут быть уделом какой-нибудь одной формы жизни». Смысл сказанного состоит в том, что первобытная биосфера изначально была представлена богатым функциональным разнообразием.

Второй постулат: «Организмы проявляются не единично, а в массовом эффекте...». И далее: «Первое появление жизни... должно было произойти не в виде появления одного какого-нибудь вида организмов, а их совокупности, отвечающей геохимической функции жизни. Должны были сразу появиться биоценозы».

Третий постулат: «В общем монолите жизни, как бы не менялись его составные части, их химические функции не могли быть затронуты морфологическим изменением». Объяснить сказанное можно тем, что первичная биосфера была представлена «совокупностями» организмов типа биоценозов, которые и были главной «действующей силой» геохимических преобразований. Их морфологические изменения «совокупностей» не отражались на «химических функциях» этих компонентов.

Постулат четвертый: «Живые организмы... своим дыханием, своим питанием, своим метаболизмом... непрерывной сменой поколений... порождают одно из грандиознейших планетных явлений... миграцию химических элементов в биосфере», поэтому «на всем протяжении протекших миллионов лет мы видим образование тех же минералов, во все времена шли те же циклы химических элементов, какие мы видим и сейчас».

И пятый постулат: «Все без исключения функции живого вещества в биосфере могут быть исполнены простейшими одноклеточными организмами».

Разрабатывая учение о биосфере В.И. Вернадский пришел к выводу, что главным трансформатором космической энергии является зеленое вещество растений. Только они способны поглощать энергию солнечного излучения и синтезировать первичные органические соединения.

ПОНЯТИЕ НООСФЕРЫ

Еще в 20-е годы XX века Вернадский указывал о мощном воздействии человека на окружающую среду и преобразовании современной биосферы. Человечество как элемент биосферы, по Вернадскому, неизбежно придет к необходимости совместного сохранения живого на Земле и пронизает разумным управлением всю живую оболочку планеты, превратив ее в единую сферу — ноосферу.

Для уже измененной биосферы, всецело находящейся под контролем разума человека, он предложил термин «ноосфера» - сфера разума. Ученый подчеркивал, что центральным звеном в биосфере, играющим доминирующую преобразующую роль, является человек. Поэтому повышение его ответственности за эволюцию биосферы должно быть самой неотложной из стоящих перед человечеством задач.

В 1944 г. он сформулировал понятие ноосферы, т. е. сферы разума на нашей планете, когда человек, став мощной геологической силой, постигая законы природы, сможет перестраивать «своим трудом и мыслью область своей жизни».

В. И. Вернадский успел только в общих чертах наметить основы этого учения (он умер в январе 1945 г.), но его слова и сейчас остаются современными и звучат предостерегающе: «В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление».

Ноосфера - это биосфера, разумно управляемая человеком (от греч. «ноос» – разум). Ноосфера является высшей стадией развития биосферы, связанная с возникновением и становлением в ней цивилизованного общества, с периодом, когда разумная деятельность человека становится главным определяющим фактором развития на Земле.

Происхождение термина ноосфера, так же как и смысл, который в него вкладывают, неоднозначны. Вернадский начал пользоваться им лишь в конце своей жизни.

13 декабря 1922 г. в Латинском квартале Парижа появились афиши о лекциях В.И. Вернадского в Сорбонне. Свои идеи о космичности живого вещества он излагал по-французски. Лекции пробудили множество свежих мыслей у пришедших слушателей. Идеи Вернадского многим пришлись по душе. Именно эти лекции и стали толчком к разработке французским математиком Эдуардом Леруа концепции о ноосфере. В 1927-1928 гг. он выступил со своим пониманием сферы разума в высокоинтеллектуальном заведении Парижа «Коллеж де Франс», где впервые употребил термин «ноосфера». «Я принимаю идею Леруа о ноосфере. Он развил глубже мою биосферу», - писал Вернадский одному из своих корреспондентов. Своим соавтором он назвал друга и единомышленника, Пьера Тейяр де Шардена, геолога, палеонтолога, археолога, философа и католического богослова, одного из открывателей в 1929 г. синантропа близ Пекина. Одним из основных трудов

ученого был «Феномен человека», опубликованный в 1948 г., после смерти Вернадского.

Таким образом, духовным предтечей идеи ноосферы стал русский ученый Вернадский, в дальнейшей ее разработке принимали участие французы Э.Леруа и П.Тейяр де Шарден. С тех пор новое учение стали называть учением о ноосфере.

Что же понимали родоначальники нового направления в исследовании эволюции биосферы под ноосферой? Следует отметить, что отправной точкой и Вернадский и Тейяр де Шарден считали так называемую цефализацию – процесс увеличения массы головного мозга и, как следствие, эволюционноускоренное развитие нервной системы человека. Происходит скачок – от инстинкта к мысли, а следовательно эволюция биосферы происходит в направлении развития сознания, т.е. формирование ноосферы. Отсюда вывод: нематериальная мысль человека становится геологическим фактором, материально преобразующим планету. Планета обретает некий общепланетарный Мозг, который берет на себя ее дальнейшее развитие.

П.Тейяр де Шарден называл ноосферой некую «оболочку мыслей» над нашей планетой. Он представлял разум как пламя, в котором греется земной шар, которое постепенно охватывает нашу планету, образуя ее новый покров. В.Вернадский вкладывал в понятие ноосферы иной смысл, принципиально иное содержание. По мнению ученого, ноосфера – материальная оболочка Земли, меняющаяся под воздействием людей, которые своей деятельностью так преобразуют планету, что могут быть признаны «мощной геологической силой». Эта сила своей мыслью и трудом перестраивает биосферу «в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого».

Тейяр де Шарден последовательно развивает свою концепцию ноосферы — особой оболочки планеты, сферы разума: «Земля не только покрывается мириадами крупинок мысли, но окутывается единой мыслящей оболочкой, образующей функционально одну обширную крупинку мысли в космическом масштабе. Множество индивидуальных мышлений группируется и усиливается в акте одного единогодушного мышления.

Таков тот общий образ, в котором по аналогии и симметрично с прошлым мы можем научно представить себе человечество в будущем».

Как палеонтолог, он мысленно прослеживал невообразимо долгий путь биологической эволюции, венцом которой явилось создание человека. Неужели столь устойчивый процесс ведет в тупик? Неужели природа творящая, создавшая дивное разнообразие организмов, связанных между собой в гармоничное целое, столь несовершенна, столь убога, что самое замечательное ее творение — человек разумный — не способно выжить, обречено на бесславный конец?

«Завтра Земля может задрожать и уйти из-под наших ног. — Так считает Тейяр де Шарден. — И это верно. Каждая человеческая воля, взятая отдельно, может отказаться от задачи идти все дальше по пути единения. Я это также допускаю. И, однако, в той мере, в какой они включают в себя идею преждевременной катастрофы или упадка, я считаю возможным утверждать,

опираясь на все то, чему нас учит прошлое эволюции, что нам нечего бояться ни одного из этих многочисленных бедствий».

Действительно, порой начинает казаться, что человечеству, живущему в тягостном ожидании вероятных апокалиптических ужасов, среди мрачных пророчеств и прогнозов, все более недостает сознания своего единства, причастности к биосфере и твердой надежды на счастливое будущее.

Вслед за Тейяр де Шарденом и Вернадским идея ноосферы захватила умы многих известных во всем мире ученых, что само по себе говорит о ее значимости и глобальном характере. Проблема ноосферы возникла закономерно - как для отдельных ученых, так и для человечества в целом.

Употребляя термин «ноосфера», экологи имеют в виду прежде весь тот комплекс проблем, решение которых необходимо для осуществления направленного развития биосферы. Говоря об «эпохе ноосферы», мы подчеркиваем еще одну важную сторону учения Вернадского. Оно утверждает не только необходимость целенаправленного развития биосферы, подчиненного обеспечению дальнейшего развития цивилизации, но и такого изменения общества, его природы и организации, которые были бы способны обеспечить нужную гармонию в развитии природы и общества. *Ноосфера – это уникальное единство человечества, производства и природы, которое должно преобразовываться и управляться высшим человеческим разумом. Именно последний гарантирует всестороннее прогрессивное развитие человечества на основе новых социальных законов и глубокого знания естественноисторических закономерностей.*

Вернадский отмечал, что возникновение ноосферы как части биосферы есть природное явление, гораздо более глубокое и мощное в своей основе, чем человеческая история. «...Все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом, разумом и направленным этим разумом его трудом. Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше». Вернадский понимал под ноосферой не нечто внешнее по отношению к биосфере, а новый этап в ее развитии, этап разумного регулирования отношений между человеком и природой.

Вернадский понимал под ноосферой не нечто внешнее по отношению к биосфере, а новый этап в ее развитии, этап разумного регулирования отношений между человеком и природой. Для Вернадского ноосфера - это естественный процесс, один из моментов эволюции материи. Она складывается независимо от того, как решается человеком вопрос о полноте знания мира и сознательного регулирования его связей. Практическая деятельность человека не зависит от полного понимания мироустройства. Человек действует методом проб и ошибок. Он не просто живет в природе, но замещает в ней естественное искусственным, создает вторую природу. Именно поэтому появились техногенная среда, техногенные ландшафты. Введение категории искусственного в структуру

естественного является исходным пунктом экологизации последнего. Вообще, можно сказать, что экология и экологические проблемы возникли там и тогда, где и когда человек начал активно вмешиваться в жизнь природы, навязывая искусственные элементы. Это, к примеру, появление первых сельскохозяйственных орудий. Их создание привело к разрыву естественных связей в природе и возникновению самых различных проблем, до конца осмысленных только в нашем веке и названных экологическими. Перед учеными (экологами, физиками, химиками, генетиками и пр.) возникла проблема, решить которую на основе тривиальных, устоявшихся представлений о природной среде оказалось не так-то просто. Природа Земли фактически постоянно разными темпами изменялась (и изменилась), а законы природы, открытые Коперником, Кеплером, Галилеем, Ньютоном, остались прежними, и действуют вне воли человека. Запуски космических кораблей происходят точно с представлениями о законах природы, однако эти полеты реализуют новый тип связи человека и природы и формируют новые свойства цивилизации.

Концепция ноосферы рассматривает коэволюцию человека и биосферы. Вернадский учил: человек должен понять, «что он не есть случайное, независимое от окружающего (биосферы или ноосферы) свободно действующее природное явление. Он составляет неизбежное проявление большого природного процесса, закономерно длящегося в течение, по крайней мере, двух миллионов лет».

Наивно предполагать, что будет достигнуто такое состояние связей человека и природы, когда согласованное действие каждой природной составляющей и акта деятельности человека станет контролироваться сознанием и волей человека. Бессмысленность заключается в том, что человек вряд ли сможет обладать всей полнотой знаний о мире. Поэтому ноосфера должна представлять собой не просто общество, существующее в определенной среде, и не просто среду, подвергшуюся сильному воздействию человечества, а нечто интегрированное целое, в котором сливаются развивающееся общество и изменяемая природа. Это будет совершенно новый объект научного познания, объединяющий в единую общность законы живой и неживой природы, общества и мышления. Ноосфера – это условие видения в природе того, что своим существованием зависит от человека.

«В буре и грозе родится Ноосфера, в уничтожении войн и голода впервые выразится проявление нашей Планеты как целого и будет первым проявлением перехода Биосферы в Ноосферу, в котором человечество станет мощной геологической силой, где сможет геологически проявиться его мысль, сознание, разум», — писал Вернадский.

Подводя итоги, можно сказать, что ноосфера это универсальная совокупность связей природы и общества, которые позволяют установить искусственную и естественную компоненты человеческой деятельности и проецируют их на эволюцию биосферы.

Интересен тот факт, что в понятии устойчивого развития, принятом на всемирной конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 году, ряд положений

напомнил мысли Вернадского о ноосфере, в «Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» (1996) прямо записали, что «движение человечества к устойчивому развитию в конечном счете приведет к формированию предсказанной В.И. Вернадским сферы разума (ноосферы)...» Тем самым за идеей ноосферы закрепился государственный статус.

Что несет для биосферы развитие цивилизации и функций человечества? Прежде всего, существенные изменения среды обитания, изменения ландшафтов, продуктивности наземных экосистем, изменения в трофических цепях. Меняется сама роль человека в природе и в эволюции живых форм. Неуклонно уменьшается площадь естественных экосистем в природных ландшафтах, за счет расширения доли участия искусственных экосистем, назначение которых - обеспечение человечества необходимыми продуктами питания и потребления. Эксплуатация природных ресурсов постоянно возрастает, а это неизбежно ведет к обострению кризиса в отношениях человека и природы.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО БИОСФЕРЫ, ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА

В.И.Вернадский писал: «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, вместе взятые».

Учение о живом веществе является одним из центральных звеньев концепции биосферы. Исследуя процессы миграции атомов в биосфере, В.И. Вернадский подошел к вопросу о генезисе (происхождение, возникновение) химических элементов в земной коре, а после этого и к необходимости объяснить устойчивость соединений, из которых состоят организмы. Анализируя проблему миграции атомов, он пришел к выводу, что нигде не существуют органические соединения, независимые от живого вещества. «Под именем живого вещества, — писал В. И. Вернадский в 1919 году, — я буду подразумевать всю совокупность всех организмов, растительности и животных, в том числе и человека. С геохимической точки зрения эта совокупность организмов имеет значение только той массой вещества, которая ее составляет, ее химическим составом и связанной с ней энергией. Очевидно, только с этой точки зрения имеет значение живое вещество и для почвы, так как, поскольку мы имеем дело с химией почв, мы имеем дело с частным проявлением общих геохимических процессов... Живое вещество, вошедшее в состав почвы, обуславливает в ней самые разнообразные изменения ее свойств, обычно не учитываемые в почвоведении. На первом месте я остановлюсь здесь на его влиянии на мелко-землистость почвы, ибо это свойство почвы является самым основным и резким ее отличием от всех других продуктов земной поверхности. Оно же определяет ход всех химических реакций в почве и делает из почвы активнейшую область с химической точки зрения в биосфере».

Таким образом, живое вещество - совокупность живых организмов биосферы, численно выраженная в элементарном химическом составе, массе и

энергии. В 30-е годы В.И. Вернадский из общей массы живого вещества выделяет человечество, как его особую часть. Такое отособление человека от всего живого стало возможным по трем причинам.

Во-первых, человечество является не производителем, а потребителем биогеохимической энергии. Такой тезис требовал пересмотра геохимических функций живого вещества в биосфере. Во-вторых, масса человечества, исходя из данных демографии, не является постоянным количеством живого вещества. И в-третьих, его геохимические функции характеризуются не массой, а производственной деятельностью.

Если человек не выделился бы из всего природного животного мира, то его численность была бы порядка 100 тыс. Такие протолюди жили бы в ограниченном ареале, и их эволюция определялась бы медленными процессами, происходящими в результате популяционно-генетических изменений, характерных для видообразования. Однако с появлением человека произошел качественный скачок в развитии природы на Земле. Есть все основания полагать, что новое качество связано с разумом и сознанием Homo Sapiens. Таким образом, главным видовым отличием человека служит его разум, и именно благодаря сознанию человечество развивалось своим путем. Это отразилось и на процессе размножения людей, так как для формирования социально зрелых форм сознания требуется длительное время - не менее 20 лет.

Характер усвоения человечеством биогеохимической энергии определяются разумом человека. С одной стороны, человек - это кульминация бессознательной эволюции, «продукт» спонтанной деятельности природы, а с другой - зачинатель нового, разумно направленного этапа самой эволюции.

ОСОБЕННОСТИ И ФУНКЦИИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

Какие же характерные особенности присущи живому веществу? Прежде всего это **огромная свободная энергия**. В процессе эволюции видов биогенная миграция атомов, т.е. энергия живого вещества биосферы, увеличилась во много раз, и продолжает расти, ибо живое вещество перерабатывает энергию солнечных излучений, атомную энергию радиоактивного распада и космическую энергию рассеянных элементов, приходящих из нашей Галактики. Живому веществу присуща также **высокая скорость протекания химических реакций** по сравнению с веществом неживым, где похожие процессы идут в тысячи и миллионы раз медленнее. К примеру, некоторые гусеницы в сутки могут переработать пищи в 200 раз больше, чем весят сами, а одна синица за день съедает столько гусениц, сколько весит сама.

Для живого вещества характерно то, что **слагающие его химические соединения, главнейшими из которых являются белки, устойчивы только в живых организмах**. После завершения процесса жизнедеятельности исходные живые органические вещества разлагаются до химических составных частей.

Живое вещество существует на планете в форме непрерывного чередования поколений, благодаря чему вновь образовавшееся, оно генетически

связано с живым веществом прошлых эпох. Это - главная структурная единица биосферы, определяющая все другие процессы поверхности земной коры. Для живого вещества характерно **наличие эволюционного процесса**. Генетическая информация любого организма зашифрована в каждой его клетке. При этом этим клеткам изначально предначертано быть самими собой, за исключением яйцеклетки, из которой развивается целый организм. Таким образом, живое вещество является по своей сути бессмертным.

Среди тех, кого идеи В.И. Вернадского о живом веществе не оставили равнодушным, хочется упомянуть советского ученого, долгие годы возглавлявшего Академию наук Беларуси. Это Василий Феофилович Купревич.

Незадолго до смерти он выступил на страницах периодической печати со своими теоретическими идеями о жизни и смерти. Купревич в своих работах стоял на той точке зрения, что смерть не изначальна в природе, а явилась приспособительным средством, выработанным в процессе эволюции для более быстрого совершенствования рода, целого под действием естественного отбора. Природа в процессе своей эволюции стремилась к созданию какого-то высшего существа, каковым стал человек. Теоретически, говорил ученый нет никаких теоретических запретов к долгожительству и бессмертию. Он выдвинул положение, имеющее глубокое общеполософское значение для понимания сущности жизни: не время, отмеренное для индивидуального существования каждому виду живых существ, является этой сущностью. Это исторически сложившаяся форма жизни целого, рода, вида, через смену индивидуальных особей. Но сам основной механизм жизни — обмен со средой и непрерывное обновление организма — не указывает на обязательный конец этого процесса. Более того, на самом первичном, элементарном уровне жизни существует статус практического бессмертия (периодически омолаживающиеся одноклеточные). На высоком уровне этот статус утрачен, но нет принципиальных запретов на его сознательное обретение. Своими теоретическими изысканиями В.Ф.Купревич поделился в статье под названием «Приглашение к бессмертию».

Купревич полагал, что должна наступить эра долгожителей, а затем и практически бессмертных людей. Такое, даже постепенное увеличение видовой продолжительности жизни, должно вести к нравственному подъему человечества. Научный прогресс, неуклонно протекающий на планете, не способствует прогрессу нравственному, и одна из причин этого - частая смена поколений, причем каждое поколение и каждый человек в нем начинают буквально с «нуля». Каждому поколению необходимо вновь овладевать знаниями, которыми обладали поколения предыдущие. Этот длительный процесс образования и воспитания позволяет в течение всей жизни поколения овладеть только уже достигнутым к их рождению духовным и нравственным уровнем человечества, не говоря уже о том, чтобы продвинуть его дальше. Если же в процессе усoвершенствования духовно-нравственной ориентации произойдут сбои в виде накапливания ложных,

несовершенных или уж вовсе вредных постулатов, то исправить ошибки для поколения живущих попросту не останется времени. И умудренный опытом, знанием, просветленный осознанными заблуждениями человек уже уступает место детям, которые начинают повторять или даже усугублять старые ошибки.

Так что продление жизни это не только столь важное для общества продление наиболее активного, деятельного, богатого опытом и умением возраста человека, но и предоставление ему большей возможности обзреть исторический, культурный опыт человечества, испробовать различные установки отношения к людям и жизни, найти наиболее гуманные и эффективные, выпестовать и развить свою уникальную личность, для которой тем более станет неприемлемым уничтожение друг друга.

В.И.Вернадский отмечал, что живые организмы планеты – это наиболее постоянно действующая и могущественная по своим конечным последствиям химическая сила. Он указывал, что живое вещество неотделимо от биосферы, является ее функцией и одновременно «одной из самых могущественных геохимических сил нашей планеты». Круговорот отдельных веществ В.И.Вернадский назвал биогеохимическими циклами. Эти циклы и круговорот обеспечивают важнейшие функции живого вещества в целом. Ученый выделил пять таких функций.

Газовая функция. Осуществляется зелеными растениями, выделяющими кислород в процессе фотосинтеза, а также всеми растениями и животными, выделяющими углекислый газ в результате дыхания.

Концентрационная функция. Проявляется в способности живых организмов накапливать в своих телах многие химические элементы (на первом месте стоит углерод, среди металлов – кальций).

Окислительно-восстановительная функция. Выражается в химических превращениях веществ в процессе жизнедеятельности организмов. В результате этого образуются соли, окислы, новые вещества. С данной функцией связано формирование железных и марганцевых руд, известняков и т.п.

Биохимическая функция. Определяется как размножение, рост и перемещение в пространстве живого вещества. Все это приводит к круговороту химических элементов в природе, их биогенной миграции.

Функция биогеохимической деятельности человека. Связана с биогенной миграцией атомов, многократно усиливающейся под влиянием хозяйственной деятельности человека и его разума. Человек в ходе своей хозяйственной деятельности разрабатывает и использует для своих нужд большое количество веществ земной коры, в т.ч. таких как уголь, газ, нефть, торф, сланцы, многие руды. Одновременно происходит атропогенное поступление в биосферу чужеродных веществ в количествах, превышающих допустимое значение. Это привело к кризисному противостоянию человека и природы. Главной причиной надвигающегося экологического кризиса считается технократическая концепция, рассматривающая биосферу, с одной стороны, как источник физических ресурсов, с другой - как сточную трубу для удаления отходов.

В.И. Вернадский классифицировал живое вещество на *однородное* и *неоднородное*. Первое в его представлении - это родовое, видовое вещество и т.п., а второе представлено закономерными смесями живых веществ. Это лес, болото, степь, т.е. биоценоз. Характеризовать живое вещество ученый предлагал на основе таких количественных показателей, как химический состав, средний вес организмов и средняя скорость заселения ими поверхности Земного шара.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, КАК ОСНОВА СТАБИЛЬНОСТИ БИОСФЕРЫ

Биологическое разнообразие, или как часто теперь используют краткую форму этого термина – биоразнообразие, означает разнообразие всего живого на Земле – от генов до экосистем. В основе биоразнообразия лежит видовое разнообразие. Оно включает в себя кроме всего прочего все существующие на Земле виды растений, животных и микроорганизмов. Это миллионы видов животных, растений, микроорганизмов, а также все разнообразие организмов – от мельчайшего фито- и зоопланктона в океане до гигантских деревьев, растущих в горах Калифорнии – секвой и огромных животных – слонов и китов. Однако биоразнообразие также охватывает и всю совокупность природных экосистем, которые слагаются этими видами. Таким образом, под биоразнообразием можно понимать разнообразие организмов и их природных сочетаний. На основе биоразнообразия создается структурная и функциональная организация биосферы и составляющих ее экосистем, которая определяет их стабильность и устойчивость к внешним воздействиям.

Существует три основных типа биоразнообразия:

- генетическое разнообразие, отражающее внутривидовое разнообразие и обусловленное изменчивостью особей;
- видовое разнообразие, отражающее разнообразие живых организмов (растений, животных, грибов и микроорганизмов). В настоящее время описано около 1,5-2,0 млн. видов, хотя их общее число, по некоторым оценкам, составляет до 50 млн.;
- разнообразие экосистем охватывает различия между типами экосистем, разнообразием сред обитания и экологических процессов. Отмечают разнообразие экосистем не только по структурным и функциональным составляющим, но и по масштабу - от биоценоза до биосферы.

Все типы биологического разнообразия взаимосвязаны между собой: генетическое разнообразие обеспечивает разнообразие видов. Разнообразие экосистем и ландшафтов создает условия для образования новых видов. Повышение видового разнообразия увеличивает общий генетический потенциал живых организмов Биосферы. Каждый вид вносит свой вклад в разнообразие - с этой точки зрения не существует бесполезных и вредных видов.

В соответствии с Конвенцией 1992 г. о биологическом разнообразии, участниками которой по состоянию на 14 августа 2001 г. является 181 государство, правительства обязались сохранять биологическое разнообразие,

использовать его компоненты на устойчивой основе и равноправно делиться выгодами, вытекающими из использования генетических ресурсов. Несмотря на это, биологическое разнообразие планеты необратимо утрачивается со скоростью, вызывающей тревогу, в результате крупномасштабной деятельности по сведению и выжиганию лесов; хищнических масштабов заготовки растений; неизбирательного применения пестицидов и других стойких ядохимикатов; осушения и засыпки болот; уничтожения коралловых рифов и мангровых зарослей; применения хищнических методов рыболовства; изменения климата; загрязнения воды; превращения нетронутых природных зон в сельскохозяйственные угодья и городские массивы.

В малайзийской столице в феврале 2004 г. под эгидой ООН состоялась седьмая конференция участников Конвенции по биологическому разнообразию. В ней принимали участие более 2 тыс. представителей свыше 180 стран мира. Участники конференции обсуждали вопросы защиты окружающей среды и исчезающих видов, изучали возможность создания специальной сети, которая помогла бы населению развивающихся стран защитить свое наследие.

Тема международного форума напрямую затрагивала будущее каждого. «Выживание человека как биологического вида зависит от биологического разнообразия, - заявил исполнительный секретарь Конвенции по биологическому разнообразию Хамдалла Зедан. - Без него не будет ни производящих кислород деревьев, ни удерживания воды, ни биологического разложения, так что органические отходы станут просто накапливаться».

После 2000 года, как заявил на форуме генеральный директор Программы ООН по окружающей среде Клаус Топфер, на планете ежегодно исчезает около 60 тыс. биологических видов, и это число неуклонно растет.

Биоразнообразие характеризует процесс реальной эволюции, который идет на многих уровнях организации живого. По оценкам ученых, общее число видов живых существ составляет от 5 до 30 млн. Из них в настоящее время описано не более 1,5-2,0 млн. Таким образом, со времен Линнея, попытавшегося создать классификацию живых организмов, число видов животных и растений, известных науке, возросло с 11 тысяч до 2 миллионов. Количество известных ученым видов живых организмов колеблется по подсчетам разных ученых и научных организаций.

Принято считать, что сейчас на Земле существуют примерно 400 000 видов растений. Основные группы растений и грибов включают следующее ориентировочное число видов (табл.5).

Таблица 5.

Численность отдельных видов растений и грибов на Земле

Группа организмов	Число видов
Бактерии	1200
Сине-зеленые водоросли (цианобактерии)	2000

Золотистые водоросли	1000
Диатомовые водоросли	14 000-16 000
Желто-зеленые водоросли	300
Бурые водоросли	1500
Красные водоросли	3800
Пирофитовые водоросли	1200
Зеленые водоросли	8000
Прочие водоросли	1000
Грибы	40 000 - 50 000
Лишайники	20 000
Мохообразные	25 000
Сосудистые споровые	11 000
Голосеменные	600
Покрытосеменные или цветковые	260 000
Всего видов	390 600 – 400 600

Животные - один из ведущих компонентов экологических систем Земли. В настоящее время науке известно (описано) немногим более 1 млн. видов животных, что составляет, по оценке, около половины всех существующих. (Табл. 6)

Таблица 6.

Численность отдельных видов животных на Земле

<i>Группа организмов</i>	<i>Число видов</i>
Простейшие	1 500 – 2 000
Губки	5 000
Кишечнополостные	9 000
Черви	20 000 – 25 000
Моллюски	70 000 – 105 000
Членистоногие в том числе насекомые	750 000 – 1 050 000 ≈ 1 000 000
Иглокожие	≈ 5 000
Оболочники, полухордовые	≈ 1 500 – 2 000
Хордовые	≈ 500 000
Всего видов животных	1 510 500 – 1 703 000

В 1982 г. в журнале для специалистов по жукам, была опубликована наделавшая много шума статья американского исследователя Т. Эрвина, утверждавшего, что в тропических лесах может обитать более 30 млн видов членистоногих, главным образом насекомых. Основанием для такого смелого вывода стала проведенная им оценка числа видов насекомых, специфически связанных только с одним видом деревьев из семейства бобовых (Luehea

seemanni) в тропическом лесу Панама. Используя окулирование инсектицидом кроны деревьев и собрав всех упавших членистоногих на растянутую внизу полиэтиленовую пленку, Эрвин подсчитал общее число видов жуков (из которых многие, как он полагал, неизвестны науке) и пришел к выводу, что дерево служит кормовым растением всего для 136 из них. Приняв ряд допущений, он рассчитал также, что число видов всех членистоногих, связанных с одним видом деревьев (включая тех, что живут на земле) достигает 600, а так как древесных видов в тропиках около 50 тыс., то простое перемножение давало 30 млн; вместе с уже известными науке (около 1 млн) это составляло 31 млн. Некоторые энтомологи отнеслись к расчетам Эрвина весьма скептически: приняв его логику, следовало ожидать, что большинство насекомых, находимых исследователями в тропиках, должны относиться к новым, еще не известным науке, видам, на самом же деле таковые встречаются не столь уж часто.

Эту гипотезу проверил недавно чешский ученый В.Новотный (Институт энтомологии Чешской академии наук) совместно с коллегами из США, Панама, Швеции и Чехии.

Обследуя в течение нескольких лет участок низменного тропического дождевого леса в Новой Гвинее, ученые собирали насекомых с листьев 51 вида растений, в том числе с 13 видов рода *Ficus* и четырех - рода *Psychotria*. Всего было собрано более 50 тыс. насекомых, относящихся к 935 видам, среди которых преобладали жуки, гусеницы бабочек (чешуекрылых) и прямокрылые. Кроме того, исследователи выращивали гусениц на разных растениях, стараясь довести их до куколки.

Анализ всего этого обширного материала показал, что в расчете на один кормовой вид приходится 7,9 вида жуков, 13,3 - бабочек и 2,9 - прямокрылых. Таким образом, представление о чрезвычайной распространенности в тропиках стенофагии оказывается не более чем мифом. Новотный и его коллеги рассчитали также, сколько видов насекомых может быть связано с кормовыми растениями на уровне родов, а затем, исходя из полученных данных, вычислили общее число видов членистоногих: их оказалось около 4.9 млн, но не 31 млн, как предполагал Эрвин.

Тем не менее, все же разнообразие доминирует среди насекомых и высших растений из живущих видов всех организмов, зарегистрированных к настоящему времени. Однако, обширные множества видов остаются еще неоткрытыми среди бактерий, грибов и других малоизученных групп. По оценкам специалистов, общее количество организмов всех жизненных форм колеблется между 10 и 100 миллионами видов. Эти миллионы видов животных и растений поддерживают условия, необходимые для продолжения жизни на Земле.

ЗНАЧЕНИЕ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Главная причина сохранения биоразнообразия состоит в том, что оно выполняет ведущую роль в обеспечении устойчивости экосистем и биосферы в

целом (поглощение загрязнений, стабилизация климата, обеспечение пригодных для жизни условий). Биоразнообразие выполняет регулирующую функцию.

Биологическое разнообразие является главным источником удовлетворения многих потребностей человека и служит основой для его приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды. Практическая ценность биоразнообразия заключается в рассмотрении его как неиссякаемого источника биологических ресурсов. Это прежде всего продукты питания, лекарства, источники сырья для одежды, производства строительных материалов и т.д. Биоразнообразие имеет огромное значение для организации отдыха человека.

О полезных свойствах большинства организмов мы знаем очень немного. В активе человечества, например, всего около 150 видов культурных растений, которые находят широкое применение, а из 265 тыс. видов всех растительных организмов только 5 тыс. видов когда-либо возделывались человеком. В еще меньшей мере учитывается разнообразие микроорганизмов и грибов. Между тем в настоящее время насчитывается около 65 тыс. видов грибов. А много ли мы их используем?

Естественная растительность является основной базой для получения лекарственных препаратов, с помощью которых человечество избавилось от многих болезней. Так, например, если бы в сельве на восточных склонах Анд не обнаружили хинное дерево (*Chinchona*), дающее хинин, жители тропиков, субтропиков и немало обитателей умеренных зон были бы обречены на страдание от малярии. Появление синтетических аналогов этого лекарства стало возможным только благодаря детальному изучению оригинала. Мексиканский ямс, принадлежащий к роду *Dioscorea* является источником диосгенина, который используется при производстве кортизона и гидрокортизона. Таких примеров можно привести достаточно, чтобы убедиться — почти все современные лекарственные препараты в своей основе имеют естественное растительное или животное начало.

Разнообразие живой природы является основным индикатором влияния человеческой деятельности на живое окружение. С началом развития промысла крупных млекопитающих и птиц, а затем с возникновением земледелия человек вторгся в естественные, созданные природой замкнутые циклы. В каждом таком цикле любой вид живых организмов выполняет свою роль и все они находятся в неразрывной связи. Стараясь изменить природные условия, человек вступил в конфликт с силами естественной саморегуляции. Одним из результатов такого конфликта явилось снижение биологического разнообразия природных экосистем. В настоящее время число видов на Земле стремительно уменьшается. Ежедневно исчезает от 1 до 10 видов животных и еженедельно — 1 вид растений. Гибель одного вида растений ведет к уничтожению примерно 30 видов мелких животных (прежде всего насекомых и круглых червей — нематод), связанных с ним в процессе питания. Есть угроза, что в ближайшие 20-30 лет мы потеряем около 1 млн. видов. Это будет серьезным ударом по целостности и стабильности нашего природного окружения.

Сокращение биоразнообразия занимает особое место среди основных экологических проблем современности. Происходит массовое уничтожение природных экосистем и исчезновение видов живых организмов. Природные экосистемы полностью изменены или уничтожены на пятой части суши. С 1600 года зарегистрировано исчезновение 484 видов животных и 654 видов растений.

Распределение видов по поверхности планеты неравномерно. Разнообразие видов в естественных средах обитания максимально в тропической зоне и уменьшается с увеличением широты. Самые богатые видовым разнообразием экосистемы - дождевые тропические леса, которые занимают около 7 % поверхности планеты и содержат более чем 90% всех видов. Коралловые рифы и средиземноморские экосистемы также имеют высокое видовое разнообразие.

Живые организмы ответственны за осуществление широкого спектра экологических функций, поддерживающих экологическое равновесие в природе, таких как регулирование газового состава атмосферы, защита прибрежных зон, регулирование гидрологического цикла и климата, формирование и сохранение плодородия почв, рассеивание и разложение отходов, опыление многих культур и абсорбирование загрязнителей.

Здоровье и благосостояние человека напрямую зависит от биоразнообразия. Например, 10 из 25 наиболее продаваемых в 1997 году в мире лекарств были извлечены из природных компонентов. Общая годовая рыночная стоимость фармацевтических препаратов, полученных из генетических источников, оценивается в 75 000–150 000 млн. долл. США. Примерно 75 процентов населения Земли использует для лечения средства народной медицины, напрямую получаемые из природных компонентов.

Биоразнообразие обеспечивает генетическими ресурсами сельское хозяйство и, таким образом, составляет биологическую базу для всемирной продовольственной безопасности и является необходимым средством существования человечества. Ряд дикорастущих растений, родственных сельскохозяйственным культурам, имеет очень большое значение для экономики на национальном и глобальном уровнях. Например, эфиопские сорта калифорнийского ячменя обеспечивают защиту от болезнетворных вирусных организмов, в денежном выражении составляющую 160 млн. долл. США в год. Генетическая устойчивость к заболеваниям, достигаемая с помощью диких сортов пшеницы, в Турции оценивается в 50 млн. долл.

Причин необходимости сохранения биоразнообразия много: потребность в биологических ресурсах для удовлетворения нужд человечества (пища, материалы, лекарства и др.), этический и эстетический аспекты (жизнь самоценна) и т.д. Однако главная причина сохранения биоразнообразия состоит в том, что оно выполняет ведущую роль в обеспечении устойчивости экосистем и Биосферы в целом (поглощение загрязнений, стабилизация климата, обеспечение пригодных для жизни условий). Биоразнообразие выполняет регулирующую функцию в осуществлении всех биогеохимических, климатических и других процессов на Земле. Каждый вид, каким бы незначительным он не казался, вносит свой вклад в обеспечение устойчивости не

только «родной» локальной экосистемы, но и Биосферы в целом. По мере усиления антропогенного воздействия на природу, приводящего в конечном итоге к обеднению биологического разнообразия, изучение организации конкретных сообществ и экосистем, а также анализ изменения их разнообразия, становится насущной необходимостью. В 1992 году (3-4 июня) в Рио-де-Жанейро (Бразилия) состоялась конференция ООН по окружающей среде и развитию. На ней была подписана Конвенция о биологическом разнообразии представителями большинства государств Земного шара.

В Конвенции под «биологическим разнообразием» понимается вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем.

Цель Конвенция о биологическом разнообразии звучала следующим образом: «Сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и справедливое распределение доходов от использования генетических ресурсов».

В дополнение к Конвенции собравшимися была принята Программа действий в XXI веке (Повестка дня на 21 век). В этой программе было рекомендовано направлять деятельность человечества в первую очередь на выявление состояния биоразнообразия и потенциальных угроз ему в каждой из стран, признающих ценности, провозглашенные на конференции в Рио-де-Жанейро.

Сегодня стало очевидным, что сохранение разнообразия живых организмов и биологических систем на Земле - необходимое условие выживания человека и устойчивого развития цивилизации.

Краткое резюме

Биосфера – оболочка Земли, населенная живыми организмами. Включает в себя нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы. Протягивается вверх до высоты озонового слоя. Основоположником учения о биосфере является В.И.Вернадский. Он подчеркивал, что биосфера является результатом сложнейшего механизма геологического и биологического развития и взаимодействия косного и биогенного вещества. Живое вещество биосферы - совокупность всех ее живых организмов. Высшая стадия развития биосферы Вернадский назвал ноосферой – когда разумная деятельность человека является определяющим фактором развития жизни. Основой стабильности биосферы является биологическое разнообразие всего живого на Земле – от генов до экосистем.

Вопросы для повторения

1. Дайте определение атмосферы.
2. Какие структурные части нашей планеты входят в состав биосферу?

3. Какова протяженность биосферы Земли по вертикали?
4. Кто является основоположником учения о биосфере?
5. Назовите вещественный состав биосферы.
6. Назовите основные постулаты В.И.Вернадского, относящиеся к биосфере.
7. Что такое ноосфера? Какова ее сущность?
8. Что включает в себя живое вещество биосферы?
9. Назовите характерные особенности живого вещества.
10. Каковы важнейшие отличия живого вещества от вещества неживого?
11. Определите основные функции живого вещества.
12. Что такое биологическое разнообразие?
13. Какие типы биоразнообразия различают?

Темы для докладов на семинарах

1. В.И.Вернадский – ученый и человек.
2. Основные положения учения В.И.Вернадского о биосфере.
3. Живое вещество биосферы, его особенности и функции.
4. Вклад В.И.Вернадского в учение о ноосфере.
5. Биологическое разнообразие планеты, его типы.
6. Сохранение биологического разнообразия - основа устойчивости биосферы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Бродский А.К. Введение в проблемы биоразнообразия: Иллюстрированный справочник. – СПб, 2002.
- Вернадский В.И. Биосфера. - М., 1967.
- Вернадский В.И. Живое вещество. - М., 1978.
- Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М., 2002.
- Войткевич Г.В., Вронский В.А. Основы учения о биосфере: Учеб. пособие для студентов вузов. Ростов на Дону, 1996.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2003.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. – М., 1986.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. – М., 1989.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб., 1997.
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн.пособие для студ. биол.спец. педин-тов. - М., 1988.
- Шилов И.А. Экология: Учеб.пособие для биол. и мед. спец. вузов. - М., 1997.

Дополнительная

- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. - Ростов на Дону, 1996.
- Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология: Учеб. для вузов. - Ростов н/Д, 2000.
- Лукашев К.И. Тревоги и надежды: Изменяющаяся биосфера. - Мн., 1987.
- Лапо А.В. Следы былых биосфер, или Рассказ о том, как устроена биосфера и что осталось от биосфер геологического прошлого. 2-е изд. перераб. и доп. - М., 1987.
- Маврищев В.В. Основы общей экологии/ Учебное пособие для студентов небиологических специальностей вузов. – Мн., 2000.
- Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.
- Маглыш С.С. Общая экология: Учеб. пособие. - Гродно, 2001.
- Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
- Розанов С.И. Общая экология. – СПб.: Лань, 2001.
- Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. - Киев, 1987.
- Чистик О.В. Экология. – Учеб. пособие. - 2-е изд. - Мн., 2001.

ЛЕКЦИЯ 8

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОШИБКИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС И ПУТИ ЕГО РАЗРЕШЕНИЯ,

План лекции:

1. Взаимодействие человека и природы на современном этапе развития общества
2. Понятие экологического кризиса
3. Причины и основные тенденции экологического кризиса
4. Глобальное потепление и парниковый эффект
5. Проблема кислотных осадков
6. Озоновый экран и причины его нарушения
7. Демографический взрыв – постановка проблемы
8. Прогнозы увеличения численности народонаселения
9. Деградация почвенного покрова и опустынивание
10. Истребление лесного покрова Земли, уменьшение площадей тропических и северных лесов
11. Теория биотической регуляции окружающей среды

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Человек является неотъемлемой частью природы. Хотим мы этого, или не хотим, называем ли мы себя властелинами мира, необходимо помнить, что наиболее естественная среда обитания для человека - природная. Людям тесно в своих домах, они задыхаются в клетках-квартирах, вынуждены есть грязную пищу, пить несвежую воду и дышать отравленным воздухом. Все это неестественно для человека, и организм его не может с этим свыкнуться, а поэтому быстрее стареет и изнашивается.

А как изменилось природное окружение человека за наш бурный, полный динамического развития XX век? Перечитайте страницы классиков, посвященных описанию картин природы. В них передается гармоничная взаимосвязь человека и природного окружения. И это прошлый век, когда наиболее передовые мыслители уже начали бить в колокол тревоги и предупреждать человечество о грядущей опасности. Еще в XIX в. лучшие умы человечества подали свой голос в защиту природы. В 40-х годах XIX в. известный французский писатель Г.Флобер писал: «Если общество и впредь пойдет тем же путем, через две тысячи лет не останется ни травинки, ни дерева; они изведут природу». Флобер оказался неправ только в одном: не две тысячи, а только сто лет спустя человек подошел к той грани, переступить которую крайне опасно.

Ф.Энгельс в своей «Диалектике природы» констатировал: «Все действия всех животных не сумели наложить на природу печать их воли. Это смог сделать только человек».

В своем отзыве на поэму А.М.Горького «Человек» Лев Толстой отмечал: «Человек не может и не смеет переделывать того, что создает жизнь; это бессмысленно – пытаться исправлять природу, бессмысленно».

Вспомните слова земского доктора Астрова в пьесе А.П.Чехова «Дядя Ваня»: «Лесов все меньше и меньше, реки сохнут, дичь перевелась, климат испорчен, и с каждым днем земля становится все безобразнее».

А сколько растений и животных исчезло навсегда? Кто их уничтожил? Конечно, повелитель природы - человек. А может быть пропавшие организмы могли бы помочь чем-то человечеству в борьбе от многих эпидемий? Кто знает? - На это уже нет ответа. А ведь при кажущемся отсутствии практической ценности дикие растения и животные обладают огромной ценностью которую не измеришь ни в рублях, ни в других единицах. Это часть живой природы и источник эстетического наслаждения - ценности, которая может порой во много раз превышать ценность материальную.

В поэтической сказке Х.Андерсена говорится о том, что императору, у которого был ручной соловей, подарили соловья механического. Пение искусственной игрушки настолько понравилось владыке, что он забыл думать о соловье живом. Однако, когда случилось несчастье, и император заболел, ему не помогли ни лекарства, ни искусственный певец. Только пение живого соловья помогло императору исцелиться. Смысл сказки очевиден. Ничто не заменит человеку общения с живой природой. Но, общаясь с ней, нужно быть предельно бережливым и заботливым, чтобы не нарушить хрупкость природных связей.

Некая эйфория в действии человека появилась в первой половине XX в., когда развитие промышленного производства и покорение природы казались верхом прогресса человеческого общества. Кто только не воспевал удачные действия человека на полях сражений с природой – начиная от всем хорошо известного И.Мичурина до детских писателей. Вот слова советского садовода: «Не ждать милостей от природы, а брать их у нее, с нещадной эксплуатацией природных ресурсов, а также превалирования технократического мышления, при котором процесс ассоциируется со всевозрастающими количествами извлеченного из недр Земли угля, выплавленной стали, произведенной электроэнергии...».

Такую же гордость при виде результатов деятельности человека испытывает и С.Маршак:

Где вчера качались лодки –
Заработали лебедки.
Где шумел речной тростник –
Разъезжает паровик.
Где вчера плескались рыбы –
Динамит взрывает глыбы.

Таким образом, стиль мышления человека в XX в. был направлен исключительно на порабощение природы, разрушение природной среды во имя светлого будущего. Что из этого вышло? Плоды прессинга человека пожинает современное поколение, задача которого сохранить то, что еще не затронуто бездумным вмешательством в окружающую среду, оставить потомкам хотя бы частицу свежих рощ, тенистых лесов, чистых вод.

Конечно, не преобразовывая природу, человек не стал бы тем, кем он есть теперь. А изменять природное окружение он стал с незапамятных времен. Вероятно, такое воздействие началось около 2 миллионов лет назад, когда Человек выделился из животного царства.

Сначала это был период пассивного воздействия - время собирательства плодов, семян, корней. Затем настал период охоты. Человек попробовал вкус мяса. Уже на этом раннем этапе детства человечества разумное существо извело всех крупных млекопитающих (прежде всего копытных), чем поставило себя перед лицом экологической катастрофы - лишило себя той пищи, которая на протяжении десятков тысяч лет служила источником его развития.

По-видимому, в ту эпоху, когда совершался переход Человека от охотничьего образа жизни и собирательства к оседлому земледелию, население земного шара резко сократилось. Это были и первая экологическая революция и первая экологическая катастрофа в истории человеческого общества.

Развитие человечества проходило под знаком постоянной войны с природой, с природным окружением. Казалось в лице природы человек обрел постоянного недруга. И все мероприятия, связанные с окультуриванием природной среды называли не иначе как «завоевание» и «борьба». И вот, похоже, эта война, приближается к концу, к трагической развязке. Что же

приобрел человек в результате своих «побед»? Вот уж, поистине эти победы можно назвать пирровыми.

За очень короткое в геологическом масштабе время человечество вырубил, сожгло, распахло, застроило и уничтожило более двух третей площадей лесного покрова, который покрывал планету в момент появления на ней человека. Сейчас под лесами занято 28% суши. В начале же деятельности человека более 75% площади Земного Шара покрывала лесная растительность. Человек начал уничтожать зеленый покров каменным топором, примитивными орудиями и огнем. До революции, да по существу и после основным орудием при рубке оставался топор. Даже двуручная пила применялась далеко не везде. Лес рубили почти так же, как и при Иване Грозном. Сейчас на службе у человека целая индустрия изощренных орудий, с помощью которых довершается уничтожение последних зеленых островков. Ручную пилу и топор вытеснили бензо- и электропила. Вместо лошади в хозяйствах могучие трактора, трелевщики, погрузчики и другие механизмы. И вся эта техника бросается только лишь на то, чтобы еще один уголок некогда прекрасной планеты превратить в пустыню.

Всего лишь два-три столетия понадобилось «человеку разумному», чтобы привести природу к той грани истощения, на которой находится она сейчас.

Следует отметить, что наиболее уязвимым звеном жизни на нашей планете является зеленый океан – растительный мир, который является матрицей (от лат «matrix» - источник, начало) всего остального живого на планете. Как бы мы ни относились к любой былинке, травинке, кусту - следует помнить, что именно благодаря зеленым растениям мы обязаны существованию жизни на Земле.

Пока не появились растения, на Земле не было ничего, кроме голых скал и холодных волн океана. Благодаря деятельности растений в атмосфере Земли начала создаваться пригодная для дыхания атмосфера, появилось голубое небо. И именно растения поддерживают в атмосфере уровень содержания кислорода, ставший нормой для нынешнего поколения жителей планеты. А если бы растения исчезли? В этом случае концентрация сернистого газа на Земле превысила бы допустимые пределы через 23 года, и существование жизни оказалось бы невозможным.

Растения дают человеку пищу, сырье для промышленности, лекарства. Они очищают воздух, задерживают пыль, смягчают температурный режим воздуха, приглушают шумы. Благодаря растительности существует то огромное разнообразие животных организмов, которыми населена Земля.

Кроме кислорода растения создают восстановленные органические соединения углерода. Растения лежат в основании пищевой пирамиды всех живых существ. Число растений, существующих на Земле, значительно уступает видовому разнообразию животного мира, где одних насекомых насчитывается около миллиона видов. Однако, несмотря на это, фитомасса растений составляет около 99% всего живого вещества суши. Существование всех живых организмов на земле - от изящных стрекоз до млекопитающих и человека обязано только космической роли зеленых растений.

Необходимо помнить: все живое на Земле своему существованию обязано стройному дереву, раскидистому кусту, красивому цветку и неприглядной былинке. Человек должен помнить, что зеленый океан существовал и может существовать без него бесконечно долго. Человек же без растений не выживет и дня.

Всем нам стоит понять раз и навсегда: от нас, и только от нас зависит - смогут ли наши дети и внуки дышать чистым воздухом, не будут ли литься на их головы вместо свежего весеннего дождя мутные потоки грязной воды, услышат ли они переливчатые трели соловья, и смогут ли прикоснуться к той тайне, которая скрыта в каждом цветке, каждой былинке, каждом дереве. Планета Земля - наш общий дом, дом для человека, для человечества. Как поведет себя человек в наиболее, вероятно, ответственный период своей истории, зависит только от него самого.

ПОНЯТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Еще в древнейших писаниях ранних христиан был предсказан конец мира, если брать более приземленно, то это конец цивилизации, а еще более конкретнее – гибель человечества. Это весьма серьезное предупреждение человечеству, потому что окружающий мир будет существовать и без человека, природа в любом ее проявлении сможет прекрасно обойтись без двуногих существ, якобы обладающих разумом, а человек без природной среды существовать не сможет.

В «Откровении святого Иоанна Богослова» (Апокалипсис) говорится: «...и вот, произошло великое землетрясение, и солнце стало мрачно как власяница, и луна сделалась как кровь;

И звезды небесные пали на землю...;

И небо скрылось, свившись как свиток; и всякая гора и остров двинулись с мест своих».

Таким образом, тревоги о судьбе нашей планеты обуревали землян еще тысячи лет назад. И только на переломе веков перед цивилизацией встала реальная угроза глобального экологического кризиса.

При этом под термином «экологический кризис» понимается прежде всего груз разнообразных экологических проблем, который навис в настоящее время над человечеством.

Кратко анализируя истоки возникновения современного экологического кризиса, следует отметить, что, конечно, экологические проблемы возникли не вдруг, в одночасье.

Если рассматривать начальные этапы воздействия человека на окружающую его природную среду, то нужно констатировать, что вмешательство в природный цикл был начат человеком с того момента, когда безымянный индивидуум впервые бросил в землю зерно (а может быть это произошло и случайно). Именно с этого момента началась эпоха завоевания человеком нашей планеты.

А что же предшествовало этому, что побудило первобытного человека заняться земледелием, а затем и скотоводством? Прежде всего то, что на заре своего развития люди северного полушария уничтожили почти всех копытных животных, используя их в качестве пищи (один из примеров - мамонты в Сибири). Недостаток пищевых ресурсов привел к тому, что большинство особей тогдашней человеческой популяции вымерло. Это был один из первых природных кризисов, обрушившихся на людей того времени. Следует подчеркнуть, что человек мог не поголовно истребить тех или иных крупных млекопитающих. Резкое снижение численности в результате охоты ведет к расчленению ареала вида на отдельные островки. Судьба малых изолированных популяций плачевна: если вид не в состоянии быстро восстановить целостность ареала, происходит неизбежное вымирание из-за эпизоотий или нехватки особей одного пола при переизбытке другого.

Итак, благодаря безымянному первобытному гению человечество получило в руки довольно опасный инструментарий воздействия на окружающую среду. До этого времени человек органически вписывался в естественный цикл природы. Да, он убивал животных, но ровно столько, чтобы не умереть от голода. Он питался растениями, а значит и уничтожал их, но опять же строго в рамках рационального использования. Ему не нужны были запасы, пока существовали доступные источники пропитания. Естественный цикл развития природы вовлекал человека в свой круговорот и он не пытался вырваться из своего природного окружения.

Но первые кризисы (не только недостаток пищи) заставили наших предков искать пути сохранения численности своей популяции. Все это привело к возникновению земледелия а затем и скотоводства. Постепенно человек стал на путь прогресса (а как же иначе?). Началась эпоха великого противостояния человека и природы. Человек все больше и больше отдалялся вдоль однонаправленного вектора прогресса от естественного природного цикла, в основе которого лежит замещенность природных частей и безотходность природных процессов.

Со временем противостояние человека оказалось настолько большим, что в настоящее время возврат к естественной природной среде для человека оказался уже невозможным.

Экологические проблемы слишком долго старались не замечать, и поэтому когда наконец обратили внимание на предупреждения компетентных ученых (сообщения так называемого Римского клуба), эта информация неприятно поразила общество, уверенное в своем быстром и успешном прогрессивном развитии.

Начиная с 1968 г., итальянский экономист Аурелио Печчеи стал ежегодно собирать в Риме крупных специалистов из разных стран для обсуждения вопросов о будущем цивилизации. Эти встречи получили название Римского клуба. Это международная неправительственная организация, объединяющая в своих рядах ученых, политических и общественных деятелей из многих стран мира, занимающаяся исследованием глобальных проблем современности и

ставящая своей целью оказать влияние на общественное мнение, добиться понимания трудностей на пути развития человечества и принятия соответствующих мер. Участники Римского клуба одни из первых известили Мировое сообщество о том, что перед человечеством встали новые сложнейшие глобальные проблемы. Одновременно участники Римского клуба в многочисленных публикациях, самые известные из которых – «Пределы роста» Д. Медоуза (1972), «Мировая динамика» Д. Форрестера (1971), «Человечество на поворотном пункте» М. Месаровича и Э. Пестеля (1974), - разрабатывали программы и рекомендации, способствующие преодолению кризисной ситуации. Ученые исследовали не только экологические проблемы, но и проблемы социального характера. Вслед за этим мировое сообщество стало искать ответы на поставленные неутешительной действительностью вопросы.

Во второй половине XX века человечество вынуждено было ввести в обиход новое понятие современной экологии - экологический кризис. Слово «кризис» происходит от греческого «кризис» или «кринейн», что в буквальном переводе означает - принимать решение.

Каково же определение экологического кризиса? Согласно теоретику современной экологии Н.Реймерса, **экологический кризис** - это напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсно-экологическим возможностям биосферы. Одна из характеристик экологического кризиса - увеличение влияния измененной людьми природы на общественное развитие. В отличие от катастрофы - кризис обратимое состояние, в котором человек выступает активно действующей стороной. Катастрофическое состояние – необратимое.

Более просто *экологический кризис можно определить как нарушение равновесия между природными условиями и воздействием человека на окружающую природную среду.*

Иногда под экологическим кризисом понимается ситуация, возникшая в природных экосистемах под воздействием стихийных естественных явлений (наводнение, извержение вулканов, засуха, ураган и др.) или в результате антропогенных факторов (загрязнение окружающей среды, вырубка лесов).

ПРИЧИНЫ И ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Использование термина «экологический кризис» для обозначения экологических проблем учитывает тот факт, что человек как природное существо является прежде всего частью экосистемы, которая видоизменяется в результате его деятельности (прежде всего производственной). Природные и общественные явления представляют собой единое целое и их взаимодействие проявляется в разрушении экосистемы. Экологический кризис представляет

собой нарушение равновесия между природными условиями и влиянием человека на окружающую природную среду.

Сейчас уже очевидно для всех, что экологический кризис - понятие общеглобальное и общечеловеческое, касающееся каждого из населяющих Землю людей.

Что конкретно может указывать на приближающуюся катастрофу?

Вот лишь неполный список негативных явлений, указывающих на общее неблагополучие:

1. глобальное потепление, парниковый эффект, сдвиг климатических зон;
2. озоновые дыры, истончение озонового экрана;
3. сокращение биологического разнообразия на планете;
4. глобальное загрязнение окружающей среды;
5. не утилизируемые радиоактивные отходы;
6. водная и ветровая эрозия и сокращение площадей плодородных почв;
7. демографический взрыв, урбанизация;
8. истощение невозобновляемых минеральных ресурсов;
9. энергетический кризис;
10. резкий рост числа ранее неизвестных и зачастую неизлечимых болезней;
11. недостаток продуктов питания, перманентное состояние голода большей части населения планеты;
12. истощение ресурсов мирового океана и его загрязнение.

Общая экономическая нагрузка на экологические системы упрощенно зависят от трех факторов: численности населения, среднего уровня потребления и широкого применения различных технологий. Уменьшить степень ущерба, наносимого окружающей среде обществом потребителей, можно изменив сельскохозяйственные модели, транспортные системы, методы городского планирования, интенсивность потребления энергоресурсов, пересмотрев существующие промышленные технологии и т.п. Однако при изменении технологий может быть снижен и уровень материальных запросов. И это постепенно происходит из-за удорожания жизни, что напрямую связано с экологическими проблемами. Так, огромные монстры из мира автомобилей, оснащенные моторами в несколько сот лошадиных сил, были вынуждены уступить дорогу малолитражным экономичным машинам с малым расходом горючего и удобными для маневрирования формами.

Отдельно следует отметить те кризисные явления, происходящие в результате участившихся в последнее время на планете локальных военных действий. Примером экологической катастрофы, вызванной воинским конфликтом, являются события, которые происходили на территории Кувейта и близлежащих территорий Персидского залива после операции «Буря в пустыне» в начале 1991 г. Отступая из Кувейта, иракские оккупанты подорвали взрывчаткой свыше 500 нефтяных буровых скважин. Значительная их часть вспыхнула и горела на протяжении шести месяцев, отравляя вредными газами и сажей большую территорию. Из буровых скважин, которые не воспламенились, нефть

била фонтанами, образуя большие озера и стекала в Персидский залив. Сюда же вылилось большое количество нефти из подорванных терминалов и танкеров. В результате нефтью было покрыто близко 1554 км² поверхности моря, 450 км береговой полосы, где погибло большинство птиц, морских черепах, дюгоней и других животных. В огневых факелах ежедневно сгорало 7,3 млн л нефти, которая равняется объему нефти, которая ежедневно импортирует США. Тучи сажи от пожаров поднимались на высоту до 3 км и разносились ветрами далеко за границы Кувейта — черные дожди выпадали в Саудовской Аравии и Иране, черный снег — в Кашмире (за 2 000 км от Кувейта). Загрязненное нефтяной сажой воздуха вредно влияло на здоровье людей, так как сажа содержала много канцерогенов. Эксперты установили, что эта катастрофа сопровождалась такими явлениями:

1. Тепловое загрязнение (86 млн квт ежедневно). Такое же количество тепла выделяется вследствие лесного пожара на площади 200 га.

2. Сажа от горящей нефти — 12 000 т ежедневно.

3. Углекислый газ — 1,9 млн т ежедневно (это составляет 2 % всего CO₂, что выделяется в атмосферу Земли вследствие сжигания минерального топлива всеми странами мира).

4. Выбросами в атмосферу SO₂ — 20 000 т ежедневно (что составляет 57 % количества SO₂, которая ежедневно поступает из топок всех ТЭЦ США).

Все мелкие кризисы, порожденные деятельностью человека (не только техногенной) и его отношением к окружающей природе, в конце концов привели к всеобъемлющему, глобальному кризису биосферы. При продолжающихся темпах воздействия на окружающую среду в ближайшем будущем можно будет говорить не столько о дигрессии отдельных элементов биосферы, сколько о необратимом процессе - изменении геологически сложившейся ее организованности. Возникнет (или уже возникла) опасность распада очень хрупкой системы жизнеобеспеченности на планете.

Однако, несмотря на кажущуюся первопричину неблагоприятных последствий хозяйственной деятельности человека, многие ученые подчеркивают, что охрану природной среды нужно начинать не с борьбы с антропогенными факторами, а с порождающими их причинами, в первую очередь с социально-экономическими. Влияние ухудшения состояния окружающей среды на жизнь и здоровье людей наблюдается в каждом обществе, а причины и следствия могут быть различными. Подлинная перспектива выхода из экологического кризиса в изменении производственной деятельности человека, его образа жизни, его сознания.

Возникла не только острая необходимость, но и возможность изменить суть технологической цивилизации, придать ей природоохранный характер. Одно из направлений такого развития - создание безопасных производств. Используя достижения науки, технологический прогресс может быть организован таким образом, чтобы отходы производства не загрязняли окружающую среду, а вновь поступали в производственный цикл как вторичное сырье. Пример даёт сама природа: углекислый газ, выделяемый

животными, поглощается растениями, которые выделяют кислород, необходимый для дыхания животных. Безотходным является такое производство, в котором всё исходное сырьё в конечном счёте превращается в ту или иную продукцию. Если учесть, что 98% исходного сырья современная промышленность переводит в отходы, то станет понятной необходимость задачи создания безотходного производства.

Экологическая ситуация вызывает необходимость оценивать последствия любой деятельности, связанной вмешательством в природную среду.

Еще совсем недавно казалось, что основная цель человечества - сделать людей богатыми и сытыми. Однако теперь этого уже мало. В современном человеческом обществе богатства и сытости уже недостаточно для выживания. Нужна также благоприятная среда жизни.

В настоящее время ни одна страна мира не может автономно решить весь спектр экологических проблем, которые сопутствуют человеку в его повседневной жизни. Однако выход из экологического кризиса возможен. Нужно только объединить усилия всех стран для осуществления международного сотрудничества в этом вопросе.

Взаимодействие общества и природы не является каким-либо новым, присущим только современной эпохе, феноменом на нашей планете. Этот процесс начался с момента появления человека на Земле. Однако лишь в наши дни он превратился в фактор, угрожающий дальнейшему существованию цивилизации. Для процесса взаимодействия общества и природы характерно прогрессирующее возрастание антропогенного давления на природную среду.

К середине XX ст. масштабы человеческой деятельности достигли и начали превышать масштабы могущественных стихийных явлений. С каждым годом под жилую застройку, промышленные объекты, инженерные сооружения, дороги, карьеры изымаются все большие площади плодородных земель. Массово вырубаются леса, особенно в таежном и тропическом поясах. С лица Земли исчезают все новые и новые виды животных и растений, в связи с чем угрожающе обедняется генофонд планеты. Быстро исчерпываются полезные ископаемые. Хозяйственная деятельность активизирует опасные экзогеодинамические процессы — водную и ветровую эрозию, оползни, обвалы, сели, карстопровальные явления, лавины, катастрофические паводки, пылевые бури, заболачивание, засоление и опустынивание земель, обмеление и исчезновение рек и озер и т. п. Атмосферный воздух, почва, растительность, поверхностные и подземные воды интенсивно загрязняются вредными газовыми выбросами, неочищенными стоками и твердыми отходами промышленных предприятий, бытовым мусором, канализационными и животноводческими стоками, выхлопами транспорта, минеральными удобрениями и ядохимикатами, радиоактивными веществами. Загрязнение окружающей среды достигло таких масштабов, что начало реально угрожать здоровью настоящего и будущих поколений людей.

Происходящий между обществом и природой вещественно-энергетический обмен нарушил круговорот веществ и естественные

энергетические процессы в биосфере. Быстро возрастающее антропогенное давление на природу повредило регенерационные механизмы биосферы, что создало реальную опасность, возникновения необратимых глобальных деградиционных процессов, которые могут сделать окружающую среду непригодной для дальнейшего развития цивилизации и самого существования человечества.

Суть экологической угрозы состоит в том, что растущее давление антропогенных факторов на биосферу может привести к полному разрыву естественных циклов воспроизводства биологических ресурсов, самоочищения почвы, вод, атмосферы. Это порождает резкое и стремительное ухудшение экологической обстановки, что может повлечь за собой скоротечную гибель населения планеты. О грядущих деструктивных процессах говорят уже достаточно давно: о нарастании «парникового эффекта», расползании озоновых дыр, выпадении все большего количества кислотных осадков.

Перечисленные отрицательные тенденции в развитии биосферы все больше и больше приобретают глобальный характер и представляют в настоящее время особую угрозу для будущего человечества.

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ И ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

Еще в 1827 году французский физик Жозеф Фурье предположил, что атмосфера земли выполняет функцию своего рода стекла в теплице: воздух пропускает солнечное тепло, не давая ему при этом испариться обратно в космос. И он был прав. Этот эффект достигается благодаря некоторым атмосферным газам второстепенного значения, каковыми являются, например, водяные испарения и углекислый газ. Они пропускают видимый и «ближний» инфракрасный свет, излучаемый солнцем, но поглощают «далекое» инфракрасное излучение, имеющее более низкую частоту и образующееся при нагревании земной поверхности солнечными лучами. Если бы этого не происходило, Земля была бы примерно на 30 градусов холоднее, чем сейчас, и жизнь бы на ней практически замерла.

В 1909 году шведский химик Сванте Аррениус впервые подчеркнул огромную роль углекислого газа как регулятора температуры приповерхностных слоев воздуха. Углекислота свободно пропускает солнечные лучи к земной поверхности, но поглощает большую часть теплового излучения Земли. Это своего рода колоссальный экран, препятствующий охлаждению Земли.

Температура поверхности Земли повышается, увеличившись за XX столетие на 0,6°C. В 1969 году она составляла 13.99°C, в 2000 году - 14.43°C. Таким образом, средняя температура Земли в настоящее время составляет около 15°C. При данной температуре поверхность планеты и атмосфера находятся в тепловом равновесии. Нагреваясь энергией Солнца и инфракрасным излучением атмосферы, поверхность Земли возвращает в атмосферу в среднем эквивалентное количество энергии. Это энергия испарения, конвекции, теплопроводности и инфракрасного излучения.

В последнее столетие деятельность человека, связанная с техническим прогрессом, приносит дисбаланс в соотношение поглощаемой и выделяемой энергии. До вмешательства человека в глобальные процессы Земли изменения, происходящие на ее поверхности и в атмосфере, были связаны с содержанием в природе газов, которые с легкой руки ученых были названы «парниковыми». К таким газам относятся диоксид углерода, метан, оксид азота и водяной пар. Сейчас к ним добавились антропогенные хлорфторуглероды (ХФУ). Без газового одеяла, окутывающего Землю, температура на ее поверхности была бы ниже на 30-40 градусов. Существование живых организмов в таком случае было бы весьма проблематичным.

Первые замеры количества углекислого газа в атмосфере были проведены в 1760 году - до начала индустриальной революции. В 2000 году мировая промышленность выбросила в атмосферу в 6,5 раз больше углекислого газа, чем в 1900 году. По сравнению с 1760 годом концентрация углекислоты в 2000 году увеличилась на треть. Эти выбросы влияют на среднюю температуру в 5 раз сильнее, чем солнечная активность. Содержание углерода в атмосфере увеличилось по сравнению с девственной допромышленной эпохой почти наполовину. В 2,5 раза выросла концентрация метана, отравлен воздух и другими газами. Это называется парниковым эффектом.

Последствия этого уже заметны. К примеру, в 1960-е годы толщина ледяного покрова в Северном Ледовитом океане достигала 2 м, в 2001 году толщина льда уменьшилась вдвое. За период с 1978 по 2002 год исчезло 9% арктических льдов. Согласно некоторым прогнозам, Северный Ледовитый океан в течение полувека может лишиться права называться «ледовитым», потому что лед полностью исчезнет. За последние десять лет Антарктида потеряла почти 3 тыс. кв. км. ледяных полей.

Итак, парниковые газы временно удерживают тепло в нашей атмосфере, благодаря чему создается так называемый парниковый эффект. В результате техногенной деятельности человека некоторые парниковые газы увеличивают долю своего участия в общем балансе атмосферы. Это касается прежде всего углекислого газа, содержание которого из десятилетия в десятилетие неуклонно растет. Углекислый газ создает 50% парникового эффекта, на долю ХФУ приходится 15-20% и на долю метана - 18%.

В первой половине XX в. содержание углекислого газа в атмосфере оценивалось равным 0,03%. В 1956 г. ученые провели специальные исследования в рамках Первого международного геофизического года. Приведенная величина была уточнена и составила 0,028%. В 1985 г. измерения были проведены снова, и оказалось, что количество углекислого газа в атмосфере возросло до 0,034%. Таким образом, увеличение содержания в атмосфере углекислого газа - факт доказанный.

За последние 200 лет в результате антропогенной деятельности содержание оксида углерода в атмосфере увеличилось на 25%. Связано это, с одной стороны с интенсивным сжиганием ископаемого топлива: газа, нефти, сланцев, угля и др., а с другой - с ежегодным уменьшением площадей лесов на нашей планете,

которые являются основными поглотителями углекислого газа. К тому же развитие таких отраслей сельского хозяйства, как рисоводство и животноводство, а также увеличение площадей городских свалок приводит к увеличению выделения метана, оксида азота и некоторых других газов. Следовательно, если количество вещества, поглощающего в инфракрасной области (например, углекислого газа) растет, то земная поверхность поглощает больше энергии и ее температура увеличивается.

Вторым по значению «парниковым» газом является метан. Его содержание в атмосфере ежегодно увеличивается на 1% в год. Биологические превращения метана способны осуществлять только очень специфические бактерии. Наиболее значимые его поставщики - свалки, крупный рогатый скот, рисовники. Запасы газа на свалках крупных городов можно рассматривать как небольшие газовые месторождения. Что касается рисовых полей, то, как выяснилось, несмотря на большой выход метана, в атмосферу его поступает относительно мало, поскольку большая часть расщепляется бактериями, связанными с корневой системой риса. Так что на поступление метана в атмосферу рисовые сельскохозяйственные экосистемы оказывают умеренное влияние.

Так где же метан максимально концентрируется в атмосфере? Такие максимумы были найдены в высоких широтах Северного полушария. Ученые установили, что в тундре, особенно над кочками с пушицей, довольно много метана. Там были найдены бактерии, в частности метаносарцина, образующая метан при низких положительных температурах (+5°C).

Таким образом, сегодня уже не остается сомнений, что тенденция использования преимущественно ископаемого топлива неизбежно ведет к глобальному катастрофическому изменению климата. При нынешних темпах использования угля и нефти в ближайшие 50 лет прогнозируется повышение среднегодовой температуры на планете в пределах от 1,5°C (близ экватора) до 5°C (в высоких широтах).

Повышение температуры в результате парникового эффекта грозит небывалым экологическим, экономическим и социальным взрывом. Уровень воды в океанах может подняться на 1-2 м за счет морской воды и таяния полярных льдов. В результате проявления парникового эффекта уровень мирового океана в течение XX века поднялся на 10-20 см. Установлено, что повышение уровня моря на 1 мм приводит к тому, что береговая линия отступает на 1,5 м.

Если уровень моря поднимется примерно на метр - что является худшим сценарием - то к 2100 году под водой окажутся около 1 процента территории Египта, 6 процентов территории Нидерландов, 17,5 процента территории Бангладеш и 80 процентов атолла Маджуро, входящего в состав Маршалловых островов. Это станет началом трагедии для 46 млн. людей. По самым пессимистическим прогнозам, повышение уровня мирового океана в XXI веке может повлечь исчезновение с карты мира некоторых стран, например, Голландии, Пакистана и Израиля, затопление большей части Японии и некоторых других островных государств. Под воду могут уйти такие города как

Санкт-Петербург, Нью-Йорк и Вашингтон. В то время, как одни участки суши рискуют оказаться на дне моря, другие будут страдать от жесточайшей засухи. Исчезновение грозит Азовскому и Аральскому морям и многим рекам. Также увеличится площадь пустынь.

Одним из последствий этих процессов является рост числа стихийных бедствий. Так, в период с 1920 по 1970 годы в мире фиксировалось около 40 ураганов в год. Примерно с середины 1980-х годов число ураганов удвоилось.

Отрицательные тенденции парникового эффекта проявляются уже в наши дни.

Группа шведских климатологов и океанологов во главе с Е.Бьёрго (E.Bjorgo) проанализировала спутниковые данные за период с 1978 по 1995 г., которые позволяют определить состояние морских льдов в Арктике.

Установлено, что за эти годы площадь плавучих льдов в Северном Ледовитом океане сократилась примерно на 610 тыс. км², т.е. на 5.7%. Одновременно выяснилось, что через пролив Фрам, отделяющий архипелаг Свальбард (Шпицберген) от Гренландии, ежегодно со средней скоростью около 15 см/с выносятся в открытую Атлантику около 2600 км³ плавучего льда (что примерно в 15 - 20 раз больше стока такой реки, как Конго).

Однако часть арктических льдин оказывается вовлеченной в замкнутое кольцеобразное движение в пределах Северного Ледовитого океана. Их полный оборот занимает около шести лет; за это время толщина многих льдин нарастает до 40 м.

Интересно проследить тенденцию общего потепления на планете в начале XXI века. Констатируется, что в 2000 г. климат продолжал теплеть: глобальная среднегодовая температура земной поверхности была на 0,29°C выше, чем в среднем за три десятилетия (1961-1990). Это, правда, на 0,04° холоднее, чем в 1999 г.; по жаре 2000-й занял седьмое место за 140-летний период, использованный для сопоставлений. К началу нового столетия температура поверхности Земли была примерно на 0,6°C выше, чем в начале XX в. Вообще потепление по планете было распределено весьма неравномерно: в Северном полушарии, выше 30°с.ш., рост температуры составил 0,65°C, а в тропиках и почти во всем Южном полушарии не превысил 0,15 и 0,19°C соответственно. Южное полушарие к югу от тропиков испытало даже небольшое (на 0,1 °C) похолодание по сравнению с 1999 г. Здесь с середины 1998 г. сильно сказывается воздействие явления Ла-Нинья.

Для Англии 2000 г. оказался 15-м теплейшим за минувшие 342 года надежной регистрации погодных явлений. Франция истекший год считает самым жарким с 1948 г. (наряду с 1994-м), а Нидерланды — с 1900 г. В Норвегии наземные измерения температуры начались в 1866 г., и с тех пор 2000 г. стал третьим по жаре. На о.Медвежьем в Баренцевом море 5 октября был поставлен для данного месяца рекорд — плюс 11°C.

Для США весь период с января по октябрь 200 г. стал самым теплым за всю историю метеонаблюдений, но ноябрь—декабрь — самым холодным двухмесячным периодом за то же время.

В Японии, где наземные измерения ведутся 103 года, 2000-й был пятым по жаре, а на территории Канады — седьмым в таком ряду с 1948 г.

В Австралии после первых шести месяцев сравнительно низких температур необычно высокие показания отмечались с июля. В сентябре в Сиднее, где тогда проводились Олимпийские игры, температуры на 4—5°C превысили среднестатистические; это явление распространилось на Центральную и Восточную Австралию. Несмотря на это, средняя годовая температура континента впервые с 1984 г. оказалась ниже среднего уровня за 1961—1990 гг. Новую Зеландию в начале 2000 г. охватили относительные холода, но зимний период (июнь—август) был теплее, чем любой другой за последние 140 лет.

В июле 2002 г. с маленького островного государства Тувалу, расположенного на девяти атоллах в южной части Тихого океана (26 кв. км, 11,5 тысяч человек) раздался призыв о помощи. Тувалу медленно, но верно уходит под воду — самая высокая точка в государстве возвышается над уровнем океана всего на 5 метров. В начале 2004 г. электронные средства массовой информации распространили заявление о том, что ожидаемые высокие приливные волны, связанные с новолунием, способны на некоторое время поднять уровень моря в этом районе более чем на три метра, что связано с повышением уровня океана из-за глобального потепления. Если эта тенденция не прекратится, крошечное государство окажется «смытым» с лица земли. Правительство Тувалу принимает меры по переселению граждан в соседнее государство Ниуэ.

Повышение температуры вызовет понижение влажности почвы во многих регионах Земли. Засухи и тайфуны станут привычным явлением. Ледовый покров Арктики сократится на 15%. В наступившем столетии в Северном полушарии ледовое покрытие рек и озер будет держаться на 2 недели меньше, чем в XX веке. Растают ледовые покровы в горах Южной Америки, Африки, Китая и Тибета.

Глобальное потепление отразится и на состоянии лесов планеты. Лесная растительность, как известно, может существовать в очень узких пределах температуры и влажности. Большая часть ее может погибнуть, сложная экологическая система окажется на стадии разрушения, а это повлечет за собой катастрофическое уменьшение генетического разнообразия растений. В результате всемирного потепления, на Земле уже во второй половине XXI столетия могут исчезнуть от четверти до половины видов сухопутной флоры и фауны. Даже при максимально благоприятных условиях, к середине века непосредственная угроза вымирания нависнет почти над 10% видов сухопутных животных и растений.

Из-за глобального потепления к 2100 году более половины коралловых рифов мира могут погибнуть. Парниковые газы, в первую очередь диоксид углерода, негативно влияют на коралловые рифы двумя путями. Прежде всего, избыточно теплая вода вызывает «эффект отбеливания», когда водоросли, находящиеся в симбиозе с кораллами, покидают их ткани, в результате чего полипы ослабевают или гибнут. Кроме того, избыточное количество углекислого газа приводит к сдвигам химических процессов в океане, приводя к повышению

кислотности и снижению концентрации иона карбоната, который кораллы и другие организмы используют для построения своего скелета.

В настоящее время 10% коралловых рифов уже безвозвратно утрачены. Наиболее тяжелая ситуация складывается в Индийском океане, где в ряде мест живые кораллы могут полностью погибнуть в ближайшие 10 лет, и в Карибском море, где за последние 30 лет площади живых рифов сократились на 80%. Ученые обращают внимание на то, что коралловые рифы являются не только источником эстетического наслаждения, но и экономической прибыли. По самым скромным подсчетам, доход от коралловых рифов в мировом масштабе ежегодно составляет 30 млрд долларов. Гибель кораллов приведет к его сокращению и тяжелым экономическим последствиям для населения ряда областей планеты.

Исследования показали, что для избежания глобальной катастрофы необходимо уменьшить выбросы углерода в атмосферу до 2 млрд т в год (одна треть нынешнего объема). Учитывая естественный прирост населения, к 2030-2050 гг. на душу населения должно выбрасываться не более 1/8 объема углерода, приходящегося сегодня в среднем на одного жителя Европы.

В декабре 1997 года в Киото (Япония) была проведена встреча, посвященная глобальному изменению климата. На ней делегатами из более чем ста шестидесяти стран была принята конвенция, обязывающая развитые страны сократить выбросы CO₂. Киотский протокол обязывает тридцать восемь индустриально развитых стран сократить к 2008-2012 годам выбросы CO₂ на 5% от уровня 1990 года:

- Европейский союз должен сократить выбросы CO₂ и других тепличных газов на 8%.

- США - на 7%.

- Япония - на 6%.

Переговоры по вопросу сокращения выбросов тепличных газов идут очень сложно. Прежде всего конфликт существует на уровне официальных лиц и бизнеса с одной стороны и неправительственного сектора - с другой. Неправительственные экологические организации считают, что достигнутое соглашение не решает проблемы, так как пятипроцентное сокращение выбросов тепличных газов недостаточно для того, чтобы остановить потепление, и призывают сократить выбросы как минимум на 60%. Кроме того, конфликт существует и на уровне государств. Такие развивающиеся страны, как Индия и Китай, вносящие значительный вклад в загрязнение атмосферы тепличными газами, присутствовали на встрече в Киото, но не подписали соглашение. Развивающиеся страны вообще с настороженностью воспринимают экологические инициативы индустриальных государств. Таким образом, проблема глобального потепления климата предполагает решение целого комплекса проблем, непосредственно не связанных с экологией. В этом наглядно проявление тезиса, согласно которому научная неопределенность, экономика и политика нередко играют ключевую роль при решении конкретных экологических проблем..

ПРОБЛЕМА КИСЛОТНЫХ ОСАДКОВ

Развитие промышленности, транспорта, освоение новых источников энергии приводит к тому, что количество промышленных выбросов постоянно увеличиваются. Это связано главным образом с использованием горючих ископаемых на тепловых электростанциях, промышленных предприятиях, в двигателях автомобилей и в системах отопления жилых домов.

В результате сжигания ископаемого топлива в атмосферу земли поступают соединения азота, серы, хлора и некоторые другие элементы. Среди них преобладают оксиды серы - SO_2 и азота - NO_x (N_2O , NO_2). Соединяясь с частицами воды, оксиды сера и азота образуют серную (H_2SO_4) и азотную (HNO_3) кислоты различной концентрации. Из школьного курса химии хорошо известно, что кислотность среды, определяемая водородным показателем (pH), является величиной, характеризующей концентрацию ионов водорода в растворе, и численно равна отрицательному десятичному логарифму этой концентрации: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$.

В 1883 году шведский ученый Сванте Аррениус ввел в обращение два термина - кислота и основание. Он назвал кислотами вещества, которые при растворении в воде образуют свободные положительно заряженные ионы водорода (H^+). Основаниями он назвал вещества, которые при растворении в воде образуют свободные отрицательно заряженные гидроксид-ионы (OH^-). Термин pH используют в качестве показателя кислотности воды. Термин pH значит в переводе с английского «показатель степени концентрации ионов водорода».

Водные растворы могут иметь pH от 0 до 14. Нейтральные растворы имеют pH 7, кислая среда характеризуется значениями pH меньше 7, а щелочная - больше 7.

Следует обратить внимание на одну особенность шкалы pH. Каждая последующая ступенька на шкале pH говорит о десятикратном уменьшении концентрации ионов водорода (H^+) (и соответственно кислотности) в растворе и увеличении концентрации гидроксид-ионов (OH^-). Например, кислотность вещества со значением pH 4 в десять раз выше кислотности вещества со значением pH 5, в сто раз выше, чем кислотность вещества со значением pH 6 и в сто тысяч раз выше, чем кислотность вещества со значением pH 9.

В среде с pH 6 гибнут такие виды рыб, как лосось, форель, плотва и пресноводные креветки. При pH 5,5 погибают донные бактерии, которые разлагают органические вещества и листья, и органический мусор начинает скапливаться на дне. Затем гибнет планктон – крошечные одноклеточные водоросли и простейшие беспозвоночные, которые составляют основу пищевой цепи водоема. Когда кислотность достигает pH 4,5, погибает вся рыба, большинство лягушек и насекомых, выживают только некоторые виды пресноводных беспозвоночных.

До определенного времени проблема кислотных дождей считалась региональной, связанной главным образом с развитием промышленности

северного полушария. Однако высокие выбросы серы и азота в местах, где используются техногенные ископаемые, сделали проблему кислотных дождей международной. Выбросы промышленных предприятий могут переноситься воздушными потоками на многие тысячи километров и вызывать кислотные дожди в странах, которые находятся на больших расстояниях от источников загрязнения.

Установлено, что на долю техногенных выбросов, связанных со сжиганием ископаемого угля, приходится около 60-70% от их общего количества, на долю нефтепродуктов - 20-30% и на остальные производственные процессы - оставшиеся 10%. Сорок процентов выбросов NOx составляют выхлопные газы постоянно растущей армии автомобилей.

Атмосферные осадки, характеризующиеся сильнокислой реакцией (обычно $\text{pH} < 5,6$), получили название кислотных (кислых) дождей. Впервые этот термин был введен в употребление британским химиком Робертом Энгусом Смитом более века назад (1872 г.). Занимаясь вопросами загрязнения города Манчестера, Смит доказал, что дым и пары содержат вещества, вызывающие серьезные изменения в химическом составе дождя, и что эти изменения можно заметить не только вблизи источника их выделения, но и «в полях, на большом расстоянии от него». Он также открыл некоторые виды вредных воздействий кислотных дождей: обесцвечивание тканей, коррозию металлических поверхностей, разрушение строительных материалов и гибель растительности.

Специалисты отмечают, что термин «кислотные дожди» недостаточно точен. Для такого типа загрязнителей лучше подходит выражение «кислотные осадки». Действительно, загрязняющие вещества могут выпадать не только в виде дождя, но и в виде снега, облаков, тумана («влажные осадки»), либо в виде газа и пыли («сухие осадки») в засушливый период.

Несмотря на то что сигнал тревоги Роберта Смита прозвучал около ста лет назад, индустриальные государства долго игнорировали опасность кислотных осадков. И только в начале 50-х годов канадское правительство разработало программу изучения и мониторинга вод в озерах Новой Шотландии, где наблюдалось быстрое повышение кислотности. В 60-е годы Скандинавия сообщила об уменьшении косяков рыбы и даже ее полном исчезновении в некоторых озерах. В 1972 г. проблема кислотных дождей была впервые поднята Швецией на Конференции ООН по окружающей среде. С этого времени опасность глобального закисления окружающей среды превратилась в одну из наиболее острых проблем, обрушившихся на человечество.

Первыми жертвами кислотных дождей стали водоемы - озера и реки. Особенно пострадали озера Скандинавии, северо-восток США, юго-восток Канады и юго-запад Шотландии. Во многом это связано с тем, что местные почвы и коренные породы не способны в должной мере нейтрализовать кислотные осадки. Гибель животных часто происходит в результате повышения растворимости при увеличении кислотности в озерной воде токсичных элементов, в частности, алюминия, крайне токсичного для рыб (летальная доза -

0,2 мг/л). Высвобожденный из почвы алюминий, попав в реку, раздражает кожу рыб. В конце концов их жабры засоряются слизью и рыбы задыхаются.

Попутно фосфаты, которые играют особую роль в развитии фитопланктона - кормовой базы многих рыб, соединяются с алюминием и становятся менее доступными для ихтиофауны водоемов. Особенно опасно подкисление для океанических мелководий, поскольку уменьшение массы фитопланктона Мирового океана ведет к разрыву пищевых цепей и может изменить экологическое равновесие в океанической экосистеме.

По состоянию на 1985 г. в Швеции из-за кислотных дождей серьезно пострадал рыбный промысел в 2500 озерах. В 1750 из 5000 озер Южной Норвегии полностью исчезла рыба. Исследование водоемов Баварии (Германия) показало, что в последние годы в них наблюдается резкое сокращение численности, а в отдельных случаях и полное исчезновение рыбы. При изучении 17 озер в осенний период было установлено, что показатель pH воды колебался от 4,4 до 7,0. В озерах, где показатель pH составил 4,4; 5,1 и 5,8 не было поймано ни одной рыбы, а в остальных озерах обнаружены только отдельные экземпляры озерной и радужной форели и гольца.

Наряду с гибелью озер, происходит и деградация лесов. Хотя лесные почвы и являются менее восприимчивыми к подкислению, нежели водоемы, произрастающая на них растительность крайне негативно реагирует на увеличение кислотности. Кислые осадки в виде аэрозолей обволакивают хвою и листву деревьев, проникают в крону, стекают по стволу, накапливаются в почве. Прямой ущерб выражается в химическом ожоге растений, снижении прироста, в изменении состава подпологовой растительности.

Главными виновниками загрязнения воздуха и выпадения кислотных дождей являются США, страны СНГ, Польша, Германия, Великобритания, Канада и Китай.

Кислотные осадки разрушают здания и памятники культуры, трубопроводы, приводят в негодность автомобили, понижают плодородие почв и могут приводить к просачиванию токсичных металлов в водоносные слои почвы.

Следует отметить, что от действия кислотных осадков страдает не только природное окружение человека. Их разрушительным действиям подвергаются многие эстетически значимые для человека памятники мировой культуры. Так, например, всемирно известный памятник архитектуры Древней Греции – Акрополь с его знаменитыми Парфеноном, Пропилеями, храмом Афины-Ники подвергается постепенному разрушению. Немаловажное значение при этом имеет действие кислотных дождей.

За 25 веков мраморные статуи Акрополя постоянно подвергались действию ветровой эрозии и дождей. А в последнее время действие кислотных осадков ускорило этот процесс. Мало того, что под действием слабых растворов кислот разъедается древний мрамор. Это сопровождается также и осаждением на памятниках корки сажи в виде двуокиси серы, выделяемой промышленными предприятиями. Для соединения отдельных архитектурных элементов древние греки использовали небольшие стержни и скобы из железа, покрытых тонким

слоем свинца. Тем самым они были защищены от ржавчины. Во время же реставрационных работ (1896-1933 гг.) были использованы стальные детали без всяких мер предосторожности. Поэтому сейчас в результате окисления железа под действием раствора кислот в мраморных структурах образуются обширные трещины. Образующаяся ржавчина вызывает увеличение объема и мрамор раскалывается.

Другой источник тревоги – состояние мраморных скульптур на монументах акрополя. Высокая влажность в сочетании с двуокисью серы приводит к разрушительному действию античного мрамора, превращая его в гипс, который растворяется и смывается дождями или, смешиваясь с копотью и пылью, образует грубую корку, которая вскоре раскалывается.

Результаты исследований, проведенных по инициативе одной из комиссий ООН, свидетельствуют, что кислотные осадки также оказывают губительное воздействие и на старинные витражные стекла в Европе что может окончательно их разрушить. Под угрозой находится более 100 000 образцов цветного стекла, многие из которых были созданы еще в прошлом тысячелетии. Исследования показали, что старинные витражи находились в хорошем состоянии до начала XX века. Однако за последние 30 лет процесс разрушения ускорился, и через несколько десятков лет они могут погибнуть окончательно, если не будут проведены необходимые реставрационные работы. Ученые считают, что кислотные осадки являются следствием промышленных выбросов фабрик и электростанций, использующих уголь. Особой опасности подвергается цветное стекло, изготовленное в период с VIII по XVII век. Это объясняется особенностями технологии производства. Серная кислота разъедает цветное стекло; образуется солевая корка, что ускоряет процесс разложения краски. Стекло покрывается трещинами и в конце концов разрушается. Вещества, содержащие серу, оказывают губительное воздействие также на кожаные и бумажные изделия. Старинные образцы кожи, обработанные органическими веществами, так же как и бумага, подвержены воздействию двуокиси серы: в результате они становятся ломкими. Особенно страдает бумага, изготовленная после 1750 года.

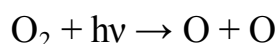
ОЗОНОВЫЙ ЭКРАН И ПРИЧИНЫ ЕГО НАРУШЕНИЯ

Озоновый экран - это воздушный слой в верхних слоях атмосферы (стратосфере) состоящий из особой формы кислорода - озона. Живые организмы на Земле защищены от коротковолнового ультрафиолетового излучения (УФ) Солнца, которое губительно для всего живого, так называемым озоновым экраном (озоновым слоем). Толщина озонового слоя в масштабе атмосферы не больше листа бумаги в объеме вашей домашней библиотеки.

Газ озон имеет существенное эколого-биологическое значение и является одним из важных компонентов атмосферы, несмотря на то, что процентное содержание его невелико - менее 0,0001%. Связано это с тем, что именно озон активно поглощает УФ излучение.

Озон - это форма молекулярного кислорода (O_3). Основное его количество сосредоточено в стратосфере на высоте 15-25 км (верхняя граница - 45-50 км). Ирония состоит в том, что те же самые молекулы озона в тропосфере (нижний слой атмосферы) представляют собой опасные элементы, разрушающие живую ткань, включая легкие человека. Однако, здесь озона весьма малое количество, и образуется он лишь во время грозových разрядов.

Начало образования озона в стратосфере связано с реакцией расщепления молекулярного кислорода коротковолновым ($\lambda < 242$ нм) УФ-излучением Солнца:



Далее происходит взаимодействие атомов кислорода (в присутствии третьего тела М) с его же молекулами. В результате образуется молекула озона (рис. 29):



В 1985 г. специалисты по исследованию атмосферы из Британской Антарктической Службы сообщили о совершенно неожиданном факте: весеннее содержание озона в атмосфере над станцией Халли-Бей в Антарктиде уменьшилось за период с 1977 по 1984 г. на 40%. Вскоре этот вывод подтвердили другие исследователи, показавшие также, что область пониженного содержания озона простирается за пределы Антарктиды и по высоте охватывает слой от 12 до 24 км, т.е. значительную часть нижней стратосферы. Фактически это означало, что в полярной атмосфере имеется озонная «дыра». В начале 80-х по измерениям со спутника «Нимбус-7» аналогичная дыра была обнаружена и в Арктике, правда она охватывала значительно меньшую площадь и падение уровня озона в ней было не так велико - около 9%. В среднем по Земле с 1979 по 1990 г. содержание озона упало на 5%.

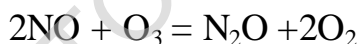
Так что же представляет собой слой озона в атмосфере? Оказывается, картина его достаточно сложна. Теоретически, если весь озон «сжать» до плотности воды и разместить на поверхности Земли, то он образовал бы пленку всего лишь 2—4 миллиметра толщиной, причем минимум пришелся бы на экватор, а максимум оказался бы у полюсов. Высотное же распределение озона таково, что главный максимум концентрации отмечается на высоте 25 километров. Но она повышается также и на высоте 70 километров. Большая часть озона находится в стратосфере, и мощный слой этот в Арктике обычно расположен низко, тогда как в тропической зоне он находится высоко. Что касается тропосферы, то здесь озона и меньше, и он в большей мере подвержен изменениям как сезонным, так и другим, в частности, вызванным загрязнениями.

Утончение слоя озона может привести к серьезным последствиям для человечества. Падение концентрации озона на 1% приводит в среднем к увеличению интенсивности жесткого ультрафиолета у поверхности земли на 2%. По своему воздействию на живые организмы жесткий ультрафиолет близок к

ионизирующим излучениям, однако, из-за большей, чем у γ -излучения длины волны он не способен проникать глубоко в ткани, и поэтому поражает только поверхностные органы. Жесткий ультрафиолет обладает достаточной энергией для разрушения ДНК и других органических молекул.

Такие лучи способны вызывать у человека рак кожи, в особенности быстротекущую злокачественную меланому, катаракту и иммунную недостаточность, а также наносить вред животным и растениям. Естественно, жесткий ультрафиолет способен вызывать и обычные ожоги кожи и рога виццы. Уже сейчас во всем мире заметно увеличение числа заболеваний раком кожи, однако значительно количество других факторов (например, возросшая популярность загара, приводящая к тому, что люди больше времени проводят на солнце, таким образом получая большую дозу УФ облучения) не позволяет однозначно утверждать, что в этом повинно уменьшение содержания озона. Жесткий ультрафиолет плохо поглощается водой и поэтому представляет большую опасность для морских экосистем.

Впервые мысль об опасности разрушения озонового слоя была высказана еще в конце 1960-х годов. Большую тревогу со стороны экологов привлекло влияние выбросов водяного пара и оксидов азота (NO_x), которые выбрасываются реактивными двигателями сверхзвуковых самолетов и ракет на высоте 20-25 км. Именно на этой же высоте находится защитный слой молекул озона, которые задерживают жесткое ультрафиолетовое излучение космоса. Такие опасения основаны на свойстве оксида азота разрушать озон:



Когда на отечественные Ту-144 и англо-французские «Конкорды» возлагались большие надежды, было подсчитано, что предполагаемый авиапарк «убьет» за несколько лет до 15% озона, который в высших слоях атмосферы защищает все живое от губительного жесткого излучения. Эта цифра заметно превышала ущерб, наносимый озоновому щиту основным его врагом - фреонами.

Как выяснилось, не только продукты сгорания топлива разлагают озон, но и сама ударная волна от сверхзвукового самолета. Подсчитано, что этой мощной волной самолет типа Ту-144, перелетая из Москвы в Алма-Ату, уничтожает несколько тонн озона.

В 1974 г. Исследования ученых показали, что вызывать разрушение озонового слоя могут такие химические соединения, как хлорфторуглероды (ХФУ). Начиная с этого времени так называемая хлорфторуглеродная проблема стала одной из основных в исследованиях по загрязнению атмосферы. К фторхлоруглеродам, в частности, относятся фреоны— химически инертные на поверхности Земли вещества, широко применяемые в холодильной промышленности и в производстве бытовых аэрозольных упаковок. Они уже более 60 лет используются как хладагенты в холодильниках и кондиционерах, пропелленты для аэрозольных смесей (в бытовых аэрозольных баллончиках),

пенообразующие агенты в огнетушителях, очистители для электронных приборов, при химической чистке одежды, при производстве пенопластиков. Почти все количество производимого в мире фреона (или фторорганических соединений) в конечном счете поднимается в верхние слои атмосферы и разлагается там под влиянием ультрафиолетовых лучей. Осколки фреоновых молекул разрушительно действуют на слой атмосферного озона. ХФУ уже разрушили от 3 до 5% озонового слоя атмосферы.

Когда молекулы ХФУ поднимаются до высоты примерно 25 км, где концентрация озона максимальна, они подвергаются интенсивному воздействию ультрафиолетового излучения, которое не проникает на меньшие высоты из-за экранирующего действия озона. Ультрафиолет разрушает устойчивые в обычных условиях молекулы ХФУ, которые распадаются на компоненты обладающие высокой реакционной способностью, в частности атомный хлор. В ходе фотохимического разложения в стратосфере фреоны такой ион хлора выступает как агент разрушения озона. Таким образом ХФУ переносит хлор с поверхности земли через тропосферу и нижние слои атмосферы, где менее инертные соединения хлора разрушаются, в стратосферу, к слою с наибольшей концентрацией озона. Очень важно, что хлор при разрушении озона действует подобно катализатору: в ходе химического процесса его количество не уменьшается. Вследствие этого один атом хлора может разрушить до 100 000 молекул озона прежде чем будет дезактивирован или вернется в тропосферу. Сейчас выброс ХФУ в атмосферу исчисляется миллионами тонн, но следует заметить, что даже в гипотетическом случае полного прекращения производства и использования ХФУ немедленного результата достичь не удастся: действие уже попавших в атмосферу ХФУ будет продолжаться несколько десятилетий. Считается, что время жизни в атмосфере для двух наиболее широко используемых ХФУ - фреон-11 и фреон-составляет 75 и 100 лет соответственно.

Под давлением этих аргументов многие страны начали принимать меры направленные на сокращение производства и использования ХФУ. На 1976 год уменьшение общего количества озона в слое стратосферы составляло около 7,5 процента. Общее количество стратосферного озона, по данным Национальной Академии наук США, в перспективе грозит сократиться на величину около 16,5 процента. В связи с этим США в 1978 году запретили производство бытовых аэрозольных упаковок на базе фреонов. На 30 и более процентов их выпускаемое количество к началу XXI в. должны были сократить и страны Европейского экономического сообщества.

К сожалению, использование ХФУ в других областях ограничено не было. В сентябре 1987 года в Монреале обеспокоенные прогнозами ученых представители 93 промышленных стран подписали первый глобальный договор по климату. В соответствии с ним предусматривается постепенное снижение выбросов ХФУ и других искусственных химических соединений, которые приводят к разрушению защитного озонового слоя нашей планеты. Еще раньше, в 1979 г., в Женеве было проведено Совещание на высоком уровне по охране окружающей среды, на котором были приняты важные международные

документы: Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Резолюция о трансграничном переносе загрязнения воздуха и Декларация по малоотходной и безотходной технологии и использованию отходов. Страны-участницы Конвенции взяли на себя функцию ограничивать и, насколько это возможно, постепенно сокращать и предотвращать загрязнение воздуха.

Согласно достигнутой договоренности развитые страны должны к 1999 г. снизить потребление ХФУ до половины уровня 1986 г. Так, США сократили выбросы таких веществ в 122 раза, страны ЕС - в 70 раз, а Япония вовсе отказалась от их использования.

Для использования в качестве пропеллента в аэрозолях уже найден неплохой заменитель ХФУ - пропан-бутановая смесь. По физическим параметрам она практически не уступает фреонам, но, в отличие от них, огнеопасна. Тем не менее такие аэрозоли уже производятся во многих странах, в том числе и в России. Сложнее обстоит дело с холодильными установками - вторым по величине потребителем фреонов. Дело в том, что из-за полярности молекулы ХФУ имеют высокую теплоту испарения, что очень важно для рабочего тела в холодильниках и кондиционерах. Лучшим известным на сегодня заменителем фреонов является аммиак, но он токсичен и все же уступает ХФУ по физическим параметрам. Неплохие результаты получены для полностью фторированных углеводородов. Во многих странах ведутся разработки новых заменителей и уже достигнуты неплохие практические результаты, но полностью эта проблема еще не решена.

Использование фреонов в настоящее время продолжается, и пока далеко даже до стабилизации уровня ХФУ в атмосфере. Так, по данным сети Глобального мониторинга изменений климата, в фоновых условиях - на берегах Тихого и Атлантического океанов и на островах, вдали от промышленных и густонаселенных районов, концентрация фреонов -11 и -12 в настоящее время растет со скоростью 5-9% в год. Содержание в стратосфере фотохимически активных соединений хлора в настоящее время в 2-3 раза выше по сравнению с уровнем 50-х годов, до начала быстрого производства фреонов.

Также весьма опасны для озонового слоя ядерные взрывы в атмосфере, так как в него поступает при этом хлор, оксиды азота. Вспомним, что до конца XX в. Китай, игнорируя запрет на испытания ядерного оружия, взрывал в воздухе свои ядерные запалы.

Сокращение плотности озонового щита планеты влечет за собой снижение урожаев сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, резкое уменьшение биологической продуктивности приповерхностного слоя Мирового океана, а следовательно, уловов рыбы, существенное увеличение заболеваемости людей раком кожи. Проблема озона ясна еще далеко не полностью. Впервые человечество зримо столкнулось с неуверенностью во всеземном благополучии в ходе мирного развития экономики. Стало ясно, что без знания общих экологических законов развития человечества дальнейший прогресс эколого-экономической теории трудно себе представить.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ВЗРЫВ – ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Современный этап развития человечества характеризуется ускоренным ростом народонаселения. Ежедневно население мира растет на 250 тысяч человек.

Десять тысяч лет назад на Земле было около 10 млн. людей, к началу нашей эры их стало 200 млн., к 1650 г. - 500 млн. к XIX в. - 1 млрд, в 1900 г. численность населения составила 1 млрд 660 млн. В 1950 г., несмотря на потери в двух мировых войнах, численность населения возросла до 2,5 млрд, а затем стала ежегодно увеличиваться на 70-100 млн человек. В 1993 г. численность населения достигла 5,5 млрд человек, т.е. удвоилась по сравнению с 1950 годом. 12 октября 1999 года в 0 часов 02 минуты в одном из родильных домов Сараево у 29-летней Фатимы Хелач родился мальчик, ставший 6-миллиардным жителем Земли. Это символическое звание ребенку присвоил Генеральный секретарь ООН Кофи Анан, находившийся в это время в Боснии и Герцеговине с официальным визитом.

Сейчас людей на планете 6,3 млрд, и их численность увеличивается на 2 % в год. Ожидается, что к 2050 г. земную твердь будет попирают 8,9 миллиардов человек.

Рост населения Земли в середине XX в. приобрел стремительные темпы и получил название «демографического взрыва». **Демографический взрыв (от греч. *демос* – народ) взрыв – резкое увеличение скорости роста народонаселения Земли, связанное с изменением социально-экономических или общеэкологических условий жизни.**

В настоящее время на Земле в минуту рождается примерно 180 человек, каждую секунду рождаются 21 и умирают 18 человек. Таким образом, население Земли увеличивается на 2 человека в секунду. За год прирост составляет приблизительно 80 млн. чел., и этот прирост практически весь приходится на развивающиеся страны. В наше время удвоение числа людей на планете происходит за 35 лет, а производство пищи растет на 2,3% в год и удваивается за 30 лет.

Следует отметить, что проблема народонаселения не связана напрямую с количеством жителей на нашей планете. Земля может прокормить большее число людей. Проблема заключается в неравномерном распределении людей по поверхности планеты, и возникающие поэтому различного рода социальные несправедливости в распределении продовольствия, доходов и средств к жизни.

Человеческие поселения есть почти во всех уголках планеты, хотя в некоторых регионах, таких как Антарктика, отсутствуют условия для постоянного проживания. В других суровых районах живут только небольшие группы людей, ведущие особый образ жизни. Из-за большого количества на Земле таких районов большинство мирового населения сосредоточено на относительно небольшой территории. В начале 1990-х годов почти половина из 5,4 млрд населения планеты занимала только 5% ее площади. И наоборот, на половине

площади Земли проживало только 5% ее населения. Около 30% населения мира сосредоточено в Южной и Юго-Восточной Азии, включая Индию, Индонезию и Пакистан, 25% - в Восточной Азии, включая Китай и Японию. Основные очаги находятся также на востоке Северной Америки и в Европе.

Жители преимущественно сельскохозяйственных стран распределены более равномерно. В Индии, где 73% населения проживает в сельской местности, его средняя плотность в 1990 году составила 270 человек на 1 км². Но и здесь наблюдаются значительные колебания. Например, плотность населения в средней части Гангской равнины в три раза выше, чем в среднем по стране.

В Африке и Южной Америке средняя плотность населения по странам значительно ниже. Наиболее густонаселенная страна Африки - Нигерия (130 человек на 1 км²). Среди южноамериканских стран только в Эквадоре этот показатель превышает 30 человек на 1 км². Значительные территории Земли до сих пор остаются почти незаселенными. В Австралии на 1 км² приходится 2,2 человека, а в Монголии - только 1,4.

Несмотря на кажущееся огромное количество земель на планете – около 6 млрд 300 млн человек в настоящее время, гипотетически все это количество людей можно разместить на площади в 6300 км², если на каждого жителя для размещения выделить площадь в 1 м². Эта площадь (6300 км²) соответствует площади озера Иссык-Куль в Северном Тянь-Шане (Кыргызская Республика), либо равна примерно трем площадям Женевского озера в Швейцарии. Вся же остальная территория Земного шара была бы свободной от человеческих особей. Для сравнения можно еще отметить, что площадь такого европейского карликового государства, как Люксембург составляет 2600 км², площадь испанских Канарских островов – 7200 км². Такой вывод кажется невероятным, но каждый может провести довольно простые арифметические действия и убедиться в правильности вычислений.

Неустанно увеличивающееся население мира требует все больше пищи и энергии, минеральных ресурсов, что вызывает возрастающее давление на биосферу планеты.

Анализ современной ситуации распределения населения на земном шаре позволил выявить несколько закономерностей.

1. Прирост населения распределен чрезвычайно неравномерно. Он максимален в развивающихся странах и минимален в развитых странах Европы и Америки.

Например, в Кении - государстве в Восточной Африке проживает 24 млн. человек. Это бывшая британская колония, которая получила независимость в 1963 г. Как и многие молодые независимые африканские государства, Кения - бедная страна, борющаяся за развитие и улучшение условий жизни. Препятствия на этом пути - устрашающие. Темпы роста населения Кении - около 4% в год - более высокие, чем в любой другой стране мира. Более половины населения - дети в возрасте до 15 лет. Высокая детская смертность, широко распространенная неграмотность и средняя продолжительность жизни - всего 54 года. Валовой национальный продукт в расчете на душу населения составляет

3000 долларов. Большинство кенийцев живет в сельских районах и добывает средства к существованию земледелием; основными статьями экспорта страны являются кофе и чай, основной продовольственной культурой - маис (кукуруза).

2. Быстрый прирост населения нарушает его возрастное соотношение: увеличивается процент нетрудоспособного населения - детей, подростков и пенсионеров. Доля детей до 15 лет в большинстве развивающихся стран увеличивается до 50%, а доля пожилых людей старше 65 лет возрастает с 10 до 15%. Доля пожилых (60 лет и старше) людей в России выросла с 6,7% в 1939 г. до 11,9% в 1970, до 18,7% в 2001 г. и продолжает расти. Уже сейчас во многих странах доля пожилых превышает 20%, в Европейском союзе в целом она составляет 21,5%, в Японии - 23,7%. Для сравнения в Ливии, например, 65-летние составляют всего лишь 3% населения, тогда как 15-летние - 48%. В западных странах, повзросление связано с двумя победами человечества: умением избежать нежелательного рождения и несвоевременной смерти. Конечно, и за эти победы пришлось платить: например, лишь от 4 до 5 млн итальянцев - молодежь, тогда как пожилые составляют 15-16 млн. Сегодня мальчик, родившийся в Италии или Швеции, вполне может дожить до 76 лет, а девочка - до 81 года. А ведь тысячелетия мужчина жил в среднем 25-30 лет!

3. Возрастает плотность населения. Ускоренный процесс урбанизации концентрирует население в крупных городах. В 1925 г. в городах проживало немногим более 1/5 населения мира, сейчас - около половины. Прогнозируется, что к 2025 г. 2/3 жителей планеты будут горожанами. Продолжает расти число городов, с населением свыше 5 млн. В 1900 г. этот рубеж перешагнул лишь один город - Лондон. К началу XXI века уже существует около 60 таких городов. Среди них заметно выделяется такой супер-мегаполис, как Мехико. Сейчас там проживает более 20 млн человек!

Очень большим скоплением городов отличаются Северная Америка и Европа. Высокий жизненный уровень городского населения этих регионов сильно контрастирует с условиями жизни в Азии (исключая Японию), где преобладают сельские жители, занимающиеся земледелием и скотоводством. Меньшие ареалы сосредоточения населения расположены в Юго-Восточной Австралии, на юго-востоке Южной Америки, на западном побережье Северной Америки и в некоторых частях североамериканского Среднего Запада.

В указанных районах плотность населения также весьма неравномерна. В некоторых небольших государствах она чрезвычайно высока. Площадь Гонконга, например, всего лишь 1045 км², а плотность населения - около 5600 человек на 1 км². Среди более крупных государств наибольшая скученность была зарегистрирована в 1991 г. в Бангладеш (около 800 человек на 1 км²). Как правило, наибольшая плотность населения наблюдается все-таки в промышленно развитых странах. Так, в Нидерландах в 1990 году она составила 440 человек на 1 км². Не так уж отстают и наиболее развитая страна Азии - Япония (330 человек на 1 км²).

ПРОГНОЗЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ

НАРОДОНОСЕЛЕНИЯ

В настоящее время на Земном шаре проживает около 6,3 миллиарда человек.

Наиболее населенные страны мира на сегодняшний день представлены в табл. 7.

Таблица 7. Страны мира с населением свыше 100 млн человек
(данные 2001-2003 гг.)

№П/П	СТРАНА	ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ, МЛН.ЧЕЛ.
1.	Китай	1285
2.	Индия	1033
3.	США	286
4.	Индонезия	215
5.	Бразилия	173
6.	Пакистан	146
7.	Россия	146
8.	Нигерия	127
9.	Япония	127
10.	Бангладеш	134
11.	Мексика	100

В докладе, составленном В 1998 г. Институтом наблюдения за миром приводится прогноз роста народонаселения на ближайшие 50 лет в различных странах. По мнению авторов доклада, в 2050 г. наиболее населенной страной станет Индия, опередив лидирующий в последнее тысячелетие Китай. Прирост населения в развитых странах будет умеренным, а в Германии и Японии его численность даже уменьшится. Аналогичная тенденция будет наблюдаться и в России в связи с экономическими трудностями. Вперед же вырвутся некоторые страны третьего мира, население которых уже сейчас увеличивается с угрожающей быстротой. Наибольшая динамика роста — в три-четыре раза — ожидается в некоторых африканских странах. Предполагается, что пятое место в 2050 г. займет Нигерия (339 млн.), девятое — Эфиопия (213 млн.), а на одиннадцатом окажется Конго (165 млн.).

Это прогнозы, а что же в действительности? За 2001 год население Европейского Союза выросло на 1462 тысячи человек, или на 3,9% против 1053 тысяч (2,8%) в 2000 и 996 тысяч (2,6%) за 1999 год. Это рекордный прирост, в сравнении с показателями второй половины 1990-х годов, хотя он значительно ниже уровня прироста населения в 1960-е годы.

Основной фактор демографического роста региона - чистая миграция, то есть превышение числа прибывших над число выбывших. Если в 60-е годы она обеспечивала менее 5% общего прироста населения, то затем ее значение

постоянно возрастало. В последнее десятилетие миграционный прирост составлял две трети и даже три четверти (в 1999 году) прироста населения Европейского Союза. Если бы население не увеличивалось за счет миграции, его численность в Германии, Греции, Италии и Швеции сокращалась бы, а в Австрии почти не увеличивалась. После периода резкого сокращения миграционного прироста, он начал вновь увеличиваться в конце 1990-х годов, составив 581 тысячу человек в 1998 году, 756 тысяч в 1999, 1068 тысяч в 2000 и около 1 миллиона человек в 2001 году.

Одновременно увеличивался и естественный прирост - в 2001 году число рождений превысило число смертей на 410 тысяч человек против 380 тысяч в 2000 и 261 тысяч в 1999 году.

Благодаря общему увеличению числа рождений, естественный прирост в 2000 году был характерен для всех стран Европейского Союза, кроме Германии, Греции, Италии и Швеции, а в 2001 году - для всех, кроме Германии и Швеции, в которых наблюдалась убыль населения в результате превышения числа смертей над числом рождений.

Прирост населения Европейского Союза составляет лишь около 1% прироста мирового населения. В 2000 году население мира увеличилось на 80 миллионов человек, из которых 15% пришлось на Китай и 21% на Индию. При этом прирост населения США (на 9%) был почти втрое выше, чем в Европейском Союзе. В то же время в большинстве других развитых стран прирост населения либо был ниже, чем в Европейском Союзе, - например, в Японии (+1,8‰), либо был отрицательным - например, в России (-5,2‰).

Одно популярное американское издание опубликовало следующие расчеты. Если бы все население Земли «сжать» до размеров деревушки с населением в 100 человек, а все существующие соотношения современного человечества остались бы прежними, то получилась бы следующая картина:

- в ней проживало бы 57 азиатов, 21 европеец, 14 представителей Северной, Центральной и Южной Америки, 8 африканцев;
- 70 из 100 были бы «цветными»;
- 50 % всех богатств оказалось бы в руках 6 человек, и все они были бы гражданами США;
- 70 человек не умели бы читать;
- 50 страдали бы от недоедания;
- 80 человек жили бы в жилищах, для проживания не приспособленных;
- только 1 человек имел бы университетское образование.

Существует своеобразная биологическая закономерность, заключающаяся в том, что любые виды бактерий, растений, животных, попав в благоприятные условия, увеличивают свою численность в такой зависимости от времени, которая носит название «экспоненциальной». В этом случае увеличение численности идет по J-образной кривой.

Видимо, и человек унаследовал эту особенность. Анализ роста народонаселения показывает, что всякий раз, когда условия жизни *Homo sapiens* улучшались, численность людей увеличивалась.

Ключевыми свойствами экспоненциального роста являются его медленное, как это часто кажется, начало и стремительный финиш. Одна из математических задач, объясняющая и наглядно демонстрирующая эффект экспоненциального роста звучит следующим образом. В пруду плавает лист кувшинки. Каждый день число листьев удваивается. Полностью пруд заполняется листьями за 30 дней. Вопрос: за сколько дней заполнится листьями половина пруда? Ответ очевиден: за 29 дней. Таким образом, за 29 дней покрывается та же площадь водоема, что и за оставшийся один день. Темпы ускорения налицо. Это и есть экспоненциальный рост.

Гигантский гипотетический пруд – это та же наша планета. Заполнен ли наш «пруд» уже наполовину? Скорее всего – да! Поэтому совершенно понятно, что проблема стабилизации численности населения становится задачей первостепенной важности. Как этого добиться?

Численность населения планеты увеличивается по закону, близкому к экспоненциальному. Поэтому мы должны быть всегда начеку, чтобы нас не застали врасплох коварности экспоненциального роста. На первый взгляд, пока опасаться нечего. Да, население растет, но Земля еще способна прокормить то количество жителей, которое ее населяет. Однако в один прекрасный момент ускоренный неконтролируемый рост населения может обрушиться на нас как гром среди ясного неба.

Анализируя экспоненциальный рост населения Земли можно предположить, что кривая роста числа людей уйдет к 2025 году в бесконечность. Однако, этого не произойдет, считает известный профессор, физик С.П.Капица. Через полвека прекратится рост численности населения земного шара. К такому выводу приводит теория, разработанная ученым, который применил к демографическим исследованиям современные физические методы.

Физики исследовали системы с подобным типом роста и выяснили, что в критический момент в них происходит не разрушение, а самоорганизация. Срабатывает внутренняя защита системы, и ее рост стабилизируется. Взрывной рост народонаселения Земли идет по тому же закону, который назван режимом с обострением. Мы видим факторы, препятствующие дальнейшему росту системы. В результате взрыв будет ограничен, и к концу нашего века население Земли выйдет на стабильный уровень 12 - 13 миллиардов.

В настоящее время скорость роста населения начинает убывать – наблюдается так называемое явление демографического перехода, которое ученые открыли еще в начале XX века. Причина демографического перехода в том, считает С.П.Капица, что человечество не может больше развиваться быстрее. Это наша цена за обладание разумом. Мы уперлись в то, что для развития индивидуального разума требуется 45 лет. По этой причине мы вынуждены перестраивать скорость роста нашей численности.

С.П.Капица отмечает, что – «что многие беды и в нашей стране, и во всем мире связаны с этой внезапной остановкой. Поезд истории мчался по этому пути, достиг предельной скорости и уже не может дальше двигаться, он должен остановиться, сойти с рельсов, которые ведут в бесконечность. В первую

очередь рвутся многие культурные связи, так как если материально мы можем развиваться, то духовно - как раньше уже нет, мы не поспеваем. Причина в том, что человек не просто размножающаяся тварь, а разумное существо, и ему необходимо время для созревания разума, те самые 45 лет. Вот естественная причина демографического перехода».

Мировой демографический переход происходит с 60-х годов XX столетия, а сейчас мы находимся на пике этого процесса, который приходится на 2000 - 2005 год.

Темп прироста населения мира, не превышавший и десятой доли процента еще тысячелетие назад, в начале XX века составлял 0,7 процента. Постоянно возрастая, он достиг к 1950 году почти 1,0 процента и в конце 60-х годов — максимального значения, составив 2,1 процента в год. Далее, в период между 1970—1975 и 1980 — 1985 годами, этот показатель снизился с 2,0 до 1,7 процента, причем такая тенденция оказалась наименее существенной, хотя и заметной, в развивающихся странах по сравнению с демографической ситуацией в развитых странах.

Наибольшее уменьшение темпов прироста произошло в Западной и Южной Европе, Австралии и Новой Зеландии, Японии, а в Дании, Швеции, Великобритании, Австрии, Бельгии, ФРГ, Люксембурге и Швейцарии, например, численность населения вообще перестала возрастать или же снижается по абсолютной величине. В результате 16 процентов от всего населения развивающихся стран проживает теперь в условиях возрастающего темпа прироста, в то время как 95 процентов населения промышленно развитых стран находится в условиях его уменьшения. Экологи полагают, что процесс медленного снижения темпов роста мирового населения в целом, как ожидается, может еще более замедлиться в ближайшем будущем.

Исследования демографических механизмов показали, что это процесс, который происходит во всех странах, но несколько смещен во времени, и первой через него прошла Франция. До демографического перехода это была в основном аграрная страна, а потом стали развиваться промышленность, наука и медицина, люди стали жить богаче, рост населения к началу XIX века прекратился, и население страны с тех пор стабилизировалось. Китай прошел через пик этого процесса, а африканским и арабским странам он еще предстоит. Россия прошла через демографический переход к середине нашего века. Глобально этот процесс идет независимо от нашей воли, от экономики, политики, даже от войн.

В слаборазвитых странах, где голод, плохо развита медицина и высокая смертность, население тем не менее растет, а в цивилизованной Европе оно уже давно не увеличивается и стабилизировалось.

«Мне кажется», - говорит С.П.Капица — «что сейчас идет стабилизация мировой демографической системы по всем параметрам. Мы переходим в новый режим развития, при котором необходимо отказаться от количественного роста населения и научиться качественно использовать людские ресурсы».

Как известно, численность популяции любого биологического вида зависит от соотношения рождаемости и смертности особей. Оба эти показателя зависят как от биологических свойств самого вида (характерной для него плодовитости, продолжительности жизни и особенно длительности воспроизводительного периода), так и от внешних причин (обеспеченности пищей, климатических условий, болезней и т. д.).

На современную возрастную структуру населения Земли большое влияние оказывают новейшие достижения науки и медицины. Побеждены многие болезни, уносившие в прошлом тысячи и миллионы жизней: малярия, оспа, чума, холера, полиомиелит и др. Повсюду снизилась детская смертность. Достижения в медицине и фармацевтике, улучшение гигиенических и социальных условий постепенно способствовали ликвидации инфекций, сопровождавших человека с младенчества (в середине XVIII в. на первом году жизни умирало 250 из 300 детей, сейчас - только 5).

По показателям смертности 1999-2000 гг., самая высокая продолжительность жизни женщин в Евросоюзе наблюдалась во Франции и Испании - 82,7 года, самая низкая - около 79 лет - в Дании, Португалии и Ирландии. Самая высокая продолжительность жизни мужчин в Швеции - 77,4 года, а самая низкая - ниже 72 лет - в Португалии.

Разница в продолжительности жизни мужчин и женщин сокращалась в 1960-1980-е годы, но затем стабилизировалась. Наиболее значительна она во Франции, Испании, Финляндии и Португалии, где ожидаемая продолжительность жизни при рождении женщин сейчас на семь лет больше, чем мужчин. Меньше всего - менее 5 лет - эта разница в Швеции, Дании и Великобритании.

Наблюдающийся в наше время рост числа сердечно-сосудистых и раковых заболеваний (от инфаркта миокарда умирает до полумиллиона человек в год) специалисты связывают с возможностью большинства людей современности дожить до возраста, когда эти заболевания преимущественно проявляются. Каковы прогнозы? Ожидается, что к 2050 г. отрицательный прирост населения будут иметь более двух третей стран планеты. В большинстве семей будет менее двух детей (примерно 1,85). Прогнозы по конкретным регионам показывают, что в 2050 население 33 держав будет ниже современного: так, ожидается, что в Японии к 2050 оно будет ниже на 14%, Италии - на 22%, странам Восточной Европы, в том числе Украине и России, прогнозируют сокращение населения на 30-50%. Решающим фактором спада на указанных территориях ожидается сокращение рождаемости.

ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ОПУСТЫНИВАНИЕ

Ежегодные мировые потери плодородных почв на обрабатываемых землях в настоящее время составляют, по некоторым оценкам, 24 млн т. Для сравнения, такая же площадь засеивается зерновыми во всей Австралии.

Одной из главных бед разрушения плодородного слоя является почвенная эрозия. Происходит она главным образом из-за так называемого «агропромышленного» земледелия: почвы распахиваются на больших площадях, а затем плодородный слой выдувается ветром, или смывается водой. По этой причине к настоящему времени произошла частичная потеря плодородия почвы на площади 152 млн га, или 2/3 общей площади пахотной земли. Установлено, что 20-сантиметровый слой почвы на пологих склонах разрушается эрозией под культурой хлопка за 21 год, под культурой кукурузы - за 50 лет, под луговыми травами - за 25 тыс. лет, под пологом леса - за 170 тыс. лет.

Ежегодный объем смыва почвы на Земном шаре в результате водной эрозии достигает примерно 25 млрд т. В конечном счете вся эта почва попадает в реки, а затем в океаны. Водная эрозия приводит к тому, что продуктивность сельскохозяйственных угодий резко снижается. Накопленный осадочный материал в низовьях рек препятствует судоходству, создает угрозу наводнений и заиливания водохранилищ.

Почвенная эрозия ныне приобрела всеобщий характер. В США, например, около 44% обрабатываемых земель подвержено эрозии. В России исчезли уникальные богатые чернозёмы с содержанием гумуса в 14-16%, которые называли цитаделью русского земледелия, а площади самых плодородных земель с содержанием гумуса 10-13% сократились почти в 5 раз.

Почвенная эрозия особенно велика в самых больших и густонаселённых странах. Река Хуанхэ в Китае ежегодно сносит в Мировой океан около 2 млрд т почвы. Почвенная эрозия не только уменьшает плодородие и снижает урожайность. В результате почвенной эрозии гораздо быстрее, чем обычно предусматривается в проектах, заиливаются искусственно сооружаемые водные резервуары, сокращается возможность орошения, получения электроэнергии от гидроэлектростанций.

Особенно тяжёлая ситуация возникает, когда сносится не только почвенный слой, но и материнская порода, на которой он развивается. Тогда наступает порог необратимого разрушения, возникает антропогенная пустыня. Поразительную картину представляет собой плато Шиллонг в районе Черапунджи, расположенном на северо-востоке Индии. Это самое влажное место мира, где в среднем за год выпадает больше 12 м осадков. Но в сухой сезон, когда прекращаются муссонные ливни (в октябре – мае), район Черапунджи напоминает полупустыню. Почвы на склонах плато практически смыты, обнажились бесплодные песчаники.

Естественная почвенная эрозия протекает довольно медленно. Ее причиной могут быть ливни, продолжительные засухи, сильные ветры. Однако главная угроза почвенному покрову проистекает от деятельности рук человеческих. Эрозия возникает в случае внедрения систем сельскохозяйственного производств, разработанных без учета подверженности почв смыву или дефляции (развевание, выдувание). Наиболее известный пример дефляции - разрушение почвенного покрова на огромных площадях штатов Канзас, Техас и Оклахома в США 12 мая 1934 г. В тот день ветер необычной силы срывал почву

на площади в миллионы гектаров, поднимая в воздух облака земляной пыли. Двадцатипятисантиметровый слой плодородной почвы за несколько часов был рассеян в пространстве на тысячи километров к востоку и на три тысячи метров в высоту. Через некоторое время небо над отдаленными Нью-Йорком и Вашингтоном было закрыто этой необычной земляной тучей. Катастрофа стала следствием распаивания плодородной земли, на которой в свое время паслись бизоны, и выращивания на ней монокультуры (единственной сельскохозяйственной культуры). Как только наступили засушливые годы, почва, лишенная растительного покрова превратилась в мелкую пыль, и первый же порыв ветра сорвал ее с места.

Большой урон состоянию почвенного покрова Земли наносят процессы, связанные с опустыниванием. Опустынивание на данный момент является одной из самых значимых глобальных проблем человечества.

Конвенция Организации Объединенных Наций о борьбе с опустыниванием была подписана и вступила в силу в декабре 1996 г. В ней подчеркивается необходимость нового подхода, предусматривающего участие населения, к решению проблемы опустынивания. Опустынивание влияет на состояние верхнего слоя почвы, имеющего огромное значение для сельского хозяйства и производства продовольствия в мире. Его причинами в основном являются чрезмерно интенсивное возделывание, плохое орошение, засуха и чрезмерный выпас скота. В Конвенции подчеркивается важное значение партнерских отношений как на международном, так и на национальном уровне, а также то, что надо уделять особое внимание группам населения, страдающим от опустынивания в развивающихся странах.

В результате опустынивания уменьшается продуктивность земель, подверженных засухе. Такой процесс может происходить вследствие сведения лесов, нерационального землепользования, засухи, перевыпасов, нерационального орошения (заболачивания и засоления), деградации почв и других причин. Многие проблемы, связанные со сведением лесов, имеют прямое отношение к проблеме опустынивания.

Опустыниванием называют процесс, в результате которого уменьшается продуктивность земель, подверженных засухе. Опустынивание может происходить вследствие сведения лесов, нерационального землепользования, засухи, перевыпасов, нерационального орошения (заболачивания и засоления), деградации почв и других причин. Многие проблемы, связанные со сведением лесов, имеют прямое отношение к проблеме опустынивания.

Вследствие нерационального землепользования происходит падение продуктивности почвы, уменьшаются урожаи, высыхает поверхностный слой почвы, увеличивается смыв плодородного слоя, песчаные дюны наступают на орошаемые земли и уничтожают урожай песчаными бурями.

Разрушению почв способствуют также вырубка лесов, подсечно-огневое земледелие. Особенно опасна рубка горных лесов, приводящая к печальным последствиям. Со склонов гор, лишенных зелени, дожди смывают почву, делая изменения необратимыми. Новые лесопосадки тут уже не приживутся. На

равнинах происходит эрозия почв, земля родит все меньше, местное население лишается основного хлеба - риса. Реки выносят смывую с полей почву в море. Если по-близости находятся богатые животным и растительным населением коралловые рифы, то они подвергаются непосредственной опасности: мельчайшие почвенные частицы оседают на прибрежных кораллах. Это означает, что заодно уничтожается еще один лес - подводный: ведь он, как и лес обычный, живет солнцем. Заиленная вода не пропускает лучи, и уникальный многокрасочный коралловый мир становится серым, мертвым, местное население лишается рыбы.

Одна из причин, приводящих к опустыниванию, - это перевыпас. С увеличением поголовья скота увеличивается нагрузка на пастбища, и одновременно падает их продуктивность.

Перевыпас приводит к следующим последствиям:

- к уменьшению количества подножного корма и съедобной растительности;
- к замещению многолетних видов растений однолетними, которые не способны уберечь почву от эрозии;
- к сбиву пастбищ копытами скота;
- к дестабилизации песчаных дюн в результате того, что скот поедает когда растительность на их гребнях;
- ухудшению здоровья стад и постоянным падениям надоев молока и производства мяса.

Уничтожение лесной и травянистой растительности, перевыпас, водная и ветровая эрозия превратили территории некогда «зеленых» стран Ближнего Востока и Северной Африки в области с большим распространением пустынь и полупустынь. Существует мнение, что все пустыни Ближнего Востока - дело рук человека. Историки полагают, что именно опустынивание Сахары и Аравии дало толчок к развитию современной цивилизации, вытеснив людей из потерявших плодородие земель в гиблые заболоченные долины Нила, Тигра и Евфрата, где они волей-неволей вынуждены были совершенствовать технику и общественные отношения.

Ежегодно из-за размывания почвы во влажных районах Африки, Азии и Латинской Америки теряется 5-7 млн га пахотных земель, из-за опустынивания исчезает 15 млн гектаров леса. Сегодня опустыниванием охвачена территория, равная по площади Северной и Южной Америке. Ежегодно около 6 млн га плодородной земли подвергается полному опустыниванию, а еще 21 млн га деградирует в такой степени, что растениеводство на таких почвах становится экономически невыгодным. Около 3/4 земель в засушливых районах в той или иной степени уже подверглись опустыниванию.

За 100 лет, в период с 1882 по 1982 гг. доля территорий, определяемых как пустыни, возросла с 9,4 до 23,3%. И сейчас пустыни также продолжают наступать.

Появлению пустынь привело два основных фактора. Первый – это природное изменение климата, и второй – воздействие человека. Пустыня Такла Макан на западе Китая когда-то была цветущим регионом. Расположенные здесь

города богатели на торговле вдоль Шелкового пути. Однако за тысячелетия деятельности человека пастбища и поля прекратились в движущиеся пески, которые и образовали пустыню площадью 240 тысяч кв. км.

Большой ущерб почвенному слою Земли наносит засоление его в результате неправильной мелиорации. Нерациональная ирригация приводит к тому, что сначала происходит подтопление и заболачивание земли. Это, в свою очередь, приводит к тому, что соли выходят на поверхность или намываются водой, если дренажные системы не отводят эту воду. Сведение лесов становится причиной наводнений, которые тоже вносят вклад в процесс засоления, так как вместе с водой намывается соль.

Антропогенное засоление территории происходит за счет обогащения почвы и других субстратов различными солями - продуктами жизнедеятельности животных и человека или техногенного воздействия (бытовые сточные воды, стоки промышленных предприятий, стоки с дорог, на которых соли используются вместе с песком для предотвращения гололеда).

Уплотнение почвы и прочих субстратов вызывает нарушение воздушногазового режима и других их физических свойств. В результате действия этого фактора изменяются плотность и пористость субстрата, содержание кислорода в корнеобитаемом слое, что приводит к нарушению корневого питания и других физиологических процессов у растений, а в конечном итоге - к исчезновению из экосистем видов, не устойчивых к данному воздействию.

Большой урон почвам наносят также химические способы борьбы с сорной растительностью в сельском и лесном хозяйстве. Они связаны с такими негативными явлениями, как нарушение биологического равновесия, уменьшение видового разнообразия сообществ почвенных организмов, снижение биохимических процессов, изменение физико-химических свойств, снижение устойчивости почвенной экосистемы к неблагоприятным факторам внешней среды. На современном этапе химизации сельского хозяйства вопрос об охране почв, и в первую очередь с низким уровнем биогенности, приобретает особую актуальность.

Некоторые специалисты полагают, что опустынивание - это лишь одна из фаз естественного климатического процесса, который происходит очень медленно. Другие специалисты считают, что засухи только провоцируют процесс опустынивания, но не являются его причиной. Они полагают, что именно нерациональное землепользование и перевыпас, которые значительно ослабляют землю и снижают ее производительность, являются истинной причиной опустынивания.

ИСТРЕБЛЕНИЕ ЛЕСНОГО ПОКРОВА ЗЕМЛИ, УМЕНЬШЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ТРОПИЧЕСКИХ И СЕВЕРНЫХ ЛЕСОВ

Около 10 тысяч лет назад на Земном шаре существовали обширные лесные массивы лесов и редколесий. В течение многих веков из-за потребностей

человечества в площадях, необходимых для выращивания сельхозкультур, под пашни, для выпаса скота, заготовки деловой древесины и вырубki деревьев на топливо, зеленый океан сократил свою площадь до 4,2 млрд га. Таким образом, сегодня общая площадь лесных земель на планете составляет чуть больше 4 млрд га. Фактический ареал лесной растительности составляет более 40% суши.

В современной научной и популярной литературе мы постоянно встречаем высказывания, например, о том, что Аттика уже в V веке до нашей эры оказалась совершенно лишенной лесов в результате деятельности человека, а горы, потеряв почвенный покров, превратились в почти голые скалы — древесный уголь активно использовался в металлургическом производстве, строевой лес — при постройке домов и особенно в кораблестроительстве. По свидетельству греческого ученого Феофраста, во второй половине IV века до нашей эры корабельный лес, например, рос только в Аркадии, а за пределами Греции — в Македонии, Фракии, Италии, на северо-восточном и северном побережьях Малой Азии, а также в Сирии.

Надо полагать, что такое исчезновение лесов отражало потребительское отношение к ним наших предков. Философское обоснование этому мы находим в трактате греческого мыслителя Аристотеля «Политика». Рассуждая о собственности и искусстве ее наживать, Аристотель пишет следующее: «...растения существуют ради живых существ, а животные — ради человека... Если верно то, что природа ничего не создает в незаконченном виде и напрасно, то следует признать, что она создает все вышеупомянутое ради людей...».

«Леса предшествовали человеку, пустыни следовали за ним». Эти слова французского писателя Ф. Шатобриана неоднократно цитировались в работах по экологии леса. В том же плане высказывался и английский исследователь У. Таррил: «Уничтожение леса было главным преступлением человека против природы и возможно против себя на Балканском полуострове».

Леса являются основным средоточием жизни на Земле и средой обитания самого большого числа живых организмов. Они являются одним из основных источников материальных благ для человека. Невозможно перечислить то разнообразие полезных вещей и предметов, которые дают леса человеку.

Леса дают самые разнообразные товары, находящие применение как в богатых, высокоразвитых промышленных, так и в бедных сообществах. Это деловая древесина, пиломатериалы и древесно-стружечные плиты для строительства, древесина для производства целлюлозы, бумаги, картона, вискозы, дрова, корм для скота, фрукты, дичь, мед, лекарства, смола, красители, меха, воск, масла.

Неоценимо значение леса для здоровья людей. Каждый гектар его за год поглощает до 10 т углекислого газа, выделяет до 20 т кислорода и большое количество разнообразных летучих органических соединений, получивших название фитонцидов. Эти биологически активные вещества уничтожают болезнетворных микробов, оздоравливают окружающую среду.

Сведение лесов имеет огромное количество побочных эффектов. Оно является главной причиной таких экологических проблем, как, например,

опустынивание, деградация почв, наводнение, образование селевых потоков, заиливание водотоков, разрушение ареалов диких животных, вымирание видов животных и растений.

Лесные ресурсы способствуют поддержанию жизнеспособности общин и экономики целых стран, однако многие современные формы их использования являются экологически неустойчивыми. С вызывающей тревогу скоростью естественные леса во всем мире по-прежнему уничтожаются, с тем чтобы использовать земельные ресурсы в других целях. В настоящее время процесс обезлесения идет наиболее быстрыми темпами в странах тропического пояса.

Тропические леса являются местами обитания большого количества растений и животных. Воздействие человека, выражающееся в вырубке и урбанизации, разрушает экосистемы, в результате чего количество видов сокращается. В этом смысле Сингапур - яркий пример. С начала британской колонизации в 1819 году, наземные и пресноводные ареалы сократились на 95%, погибло до 87% всех бабочек, рыб, птиц и млекопитающих острова. Охота подкосила самых крупных животных. Последний тигр на Сингапуре был убит еще в 1930 году. Более того, представители некоторых видов слишком малочисленны, чтобы популяции восстановились, т. е. они обречены на вымирание. Конечно, сценарий Сингапура, возможно, самый пессимистичный. Но и другие страны Юго-Восточной Азии идут той же дорогой. Малайзия, к примеру, уже утратила около 60% своих лесов.

Основные причины обезлесения и деградации лесов включают расширение площадей, отводимых под сельское хозяйство, и заготовку топливной древесины. Половина заготавливаемой в мире древесины используется в качестве дров, главным образом в развивающихся странах. В развитых странах лесные ресурсы используются в основном для производства промышленной продукции. Лишь 6 процентов территории лесов в развивающихся странах регулируется с помощью официальных лесохозяйственных планов, принятых на национальном уровне, тогда как в развитых странах доля таких площадей составляет 89 %.

Лесные экосистемы являются центрами биологического разнообразия. Нетронутые леса дают приют различным видам животных и растений, зона обитания которых простирается на десятки тысяч квадратных километров, например, медведям, волкам, тиграм, некоторым видам птиц. С другой стороны, только в лесных массивах, где редко ступала нога человека, сохраняются особые условия обитания, необходимые для жизни некоторых видов животных и растений. К примеру, пятнистая сова, обитающая на Дальнем Востоке, гнездится в стоящих на корню, но уже мертвых стволах деревьев, которые встречаются только в старых лесах, где не совершались рубки.

Вырубка лесов привела к полному исчезновению в Иране короткогривого тигра и поставило перед серьезной угрозой существование каспийского тигра.

Леса несут важную экологическую и социально-экономическую функцию, в частности, они регулируют количество и качество поступающей в реки

дождевой воды. Они также помогают противостоять эрозии почв и опустыниванию, играют ключевую роль в борьбе с последствиями глобального изменения климата, поглощая углекислый газ.

Защищают леса и водные ресурсы. Они регулируют гидрологический режим рек и почв. В тех районах, где исчез лесной покров на водоразделах рек, стали не редки наводнения или наоборот, полное усыхание и исчезновение водного потока. Уничтожение леса приводит к эрозии почв, которая прогрессирует со страшной скоростью.

Однако, в настоящее время не существует уже половины лесов, некогда покрывавших поверхность планеты. Большая часть их была уничтожена за последние тридцать лет, и этот процесс продолжает набирать силу. Каждый год лесной покров планеты сокращается на 17 млн. га. По площади это равно территории такой европейской страны, как Австрия. Так, почти полностью «облысел» такой европейский остров, как Исландия. Ученые утверждают, что раньше в Исландии было очень много лесов, но все их вырубili на дрова первые поселенцы, заселявшие остров с IX века.

Около 10 тыс. лет назад, до зарождения сельскохозяйственной деятельности, густые леса и другие покрытые лесом пространства занимали более 6 млрд га поверхности суши. К концу XX столетия их площадь сократилась почти на 1/3 и ныне они занимают лишь немногим более 4 млрд га. Во Франции, например, где леса изначально покрывали около 80% территории, к концу XX в. их площадь сократилась до 14%; в США, где лесами в начале XVII в. было покрыто почти 400 млн. га, уже к 1920 году этот лесной покров был на 2/3 уничтожен.

Аналитические исследования экологов показали, что за 80 столетий мировое истребление лесов на планете достигло почти 50 %. Из этого количества лишь 22 процента состоят из естественных экосистем, остальные сильно изменены под натиском человека.

В 76 странах мира уже нет неосвоенных лесов. Лесозаготовки грозят стереть с лица Земли 70 процентов неосвоенных лесов, а добыча полезных ископаемых, энергоресурсов и прокладка дорог ставят под удар 40 процентов лесных массивов. По прогнозам специалистов, к 2010 году потребление продуктов переработки леса увеличится еще в полтора раза. Чтобы привлечь внимание широкой общественности к проблемам лесов, в 1990 году по инициативе ООН была проведена глобальная оценка темпов уничтожения леса. Исследование обошлось в четыре миллиона долларов - это лишь одна восьмая той суммы, которую жители США ежедневно тратят на покупку газет.

По оценкам специалистов, глобальные темпы обезлесения составляют около 14,6 млн. гектаров в год - это непоправимая потеря, потому что один гектар леса может абсорбировать примерно в 20 раз больше углекислого газа, чем сельскохозяйственные растения, занимающие ту же площадь. Любопытно, что процессы уничтожения лесов идут, в основном, в развивающихся странах. С 1991 по 1994 год потребление бумаги на душу населения выросло в мире в среднем на 86 процентов, а в развивающихся странах - на 350 процентов!

Кроме этого, в развивающихся странах леса и перелески используются прежде всего как источники топлива, а также для расчистки под пашни. Более 1,5 млрд человек в этих странах используют лес как источник топлива для приготовления пищи. Это составляет свыше 80% общего потребления лесоматериалов развивающимися странами, не считая экспорта. В Африке древесина в энергетическом балансе составляет 58%, в Юго-Восточной Азии – 42 и в Латинской Америке – 20%. В результате лес вырубается на огромных площадях. Например, возле одного рыболовецкого центра в сахельском районе Африки (территория, расположенная между пустынями Сахары и саваннами Западной Африки), где сушка рыбы требует 130 000 тонн дров ежегодно, леса вырублены на 100 км вокруг. В Гамбии дров настолько мало, что их сбор составляет около 360 «женщино-дней» на семью.

Относительно хорошо сохранились леса так называемого бореального пояса – это территория между арктической тундрой и лиственными лесами более теплой зоны умеренного климата. К ним относятся леса России, Скандинавии, Аляски и Канады. Суровый климат, малое плодородие почвы, невысокая плотность населения – все это помогло сохраниться лесному покрову Северного полушария.

Более пострадали леса Центральной и Западной Европы. Это в основном широколиственные леса, занимающие плодородные почвы. От них ничего не осталось. Достаточно сказать, что в Европе нет места, где бы не произрастали вторичные, посаженные человеком леса. Исключение составляет небольшая территория Национального парка «Беловежская пуща» и север Швеции. В остальных местах, даже если и встречается старый дремучий лес, это лес был некогда посажен нашими предками. Почти все лесные массивы умеренного пояса нашей планеты были вырублены и распаханы человеком для получения продовольствия. И сейчас уже не каждый сможет поверить, что в древности Китай был покрыт лесами. Ведь уже к 100 году до н. э. большая часть этих лесов была сведена под пахотные земли. А леса, окаймляющие Средиземное море, 2000 лет назад уничтожили древние греки и римляне. Площадей неосвоенных лесов становится все меньше и меньше. Сейчас можно отметить только три крупных лесных массива таких неосвоенных лесов: один находится в России, второй простирается через часть Канады и Аляски, третий – тропический лес на северо-западе бассейна Амазонки. Однако, согласно последнему исследованию программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), посвященному девственным, старовозрастным и естественным вторичным лесам, хуже всего дело с охраной этих ценных природных территорий обстоит в России и Мексике: в этих странах заповедано соответственно 2 и 3 процента малонарушенных лесов. Из пятнадцати стран мира, располагающих этим природным богатством, лучше всего относятся к лесам в Венесуэле и Боливии, где под охрану взято соответственно 63 и 30 процентов малонарушенных лесных территорий.

По состоянию на 2000 г. лесами было покрыто в общей сложности 3,9 млрд. гектаров земли, т.е. примерно треть земной суши. В Африке леса

занимают 17 % территории, в Азии – 14 %, в Океании – 5 %, в Европе – 27 %, в Северной и Центральной Америке – 14 % и в Южной Америке – 23 %.

Последние результаты исследований лесного покрова Земли при помощи спутников, проведенные недавно в рамках программы ООН по защите окружающей среды (UNEP), оказались неожиданно неприятными. Выяснилось: лесов на планете значительно меньше, чем считалось до сих пор. Например, канадцы были уверены, что у них лесами занято 45% территории страны. Однако подсчет из космоса показал, что вторая после России «зеленая держава» реально располагает лишь 37-процентным лесным покровом. А общая картина получилась настолько тревожной, что UNEP обратилась к правительствам 15 стран, где сосредоточены основные лесные ресурсы планеты, с предложением срочно разработать планы по защите девственных массивов и увеличить площадь охраняемых территорий.

Леса бассейнов рек Амазонки в Южной Америке и Конго в Африке, Коста-Рики в Центральной Америке, острова Мадагаскар, островов Юго-Восточной Азии принадлежат к влажным тропическим лесам. Здесь для них сложилось наиболее угрожающее положение. В качестве примера можно упомянуть печальную историю о. Мадагаскар, где были уничтожены почти все леса и, в настоящее время, на 9/10 территории острова идет активная эрозия почвы. Тропические леса в зоне экватора находятся под угрозой. Еще в прошлом веке они оставались в девственном состоянии, однако с 1960 по 1990 год была уничтожена пятая часть лесного покрова тропиков.

По разнообразию жизни на нашей планете ничто не может сравниться с тропическими дождевыми лесами. 1 гектар экваториального леса может вместить 42 000 видов насекомых, 750 видов деревьев и 1500 разновидностей других жизненных форм. Число видов рыб в Амазонке больше, чем во всем Атлантическом океане. Для тропических лесов характерны обильные, постоянно выпадающие осадки и тепло без выраженных сезонных колебаний.

Средняя температура в течение года составляет здесь 26°C, средняя величина годовых осадков - 230-240 см. Иногда годовые осадки достигают 762 см, как, например, в департаменте Чоко (Колумбия). Относительная влажность в лесу составляет в среднем 76%.

Тропические леса занимают всего около 7% суши. Они переполнены жизнью от кроны самых высоких деревьев до лесной подстилки. Разнообразие растений (свыше 4/5 всех видов) и животных (почти половина всех наземных видов) порождено, возможно, идеальными жизненными условиями (все время тепло и влажно). Здесь встречается 80% всех насекомых и 90% приматов, из числа существующих на планете. С тропическими лесами связано происхождение каждой второй сельскохозяйственной культуры, возделываемой в мире.

Человек кажется пигмеем под семнадцатитажным пологом тропического леса. На 1 га такого леса вмещается до 1000 т растительного материала. На 1 кв. м экваториального леса ползают 800 муравьев до полусотни различных видов. Тропический лес – это единственное место на Земле, где природа в своем

развитии достигает оптимума. Около 40% влажных тропических лесов Земли сосредоточено в Бразильской Амазонии. Они играют огромную роль в гидрологии континента, сохранении биоразнообразия, поглощении атмосферного углерода.

Постоянно влажные тропические леса — самая мощная растительная формация. Обилие тепла и влаги обуславливает самую большую биомассу среди биоценозов Мировой суши — в среднем $50\,000\text{ т/км}^2$ сухого вещества, а в отдельных случаях до $170\,000\text{ т/км}^2$. Фактором, лимитирующим рост биомассы, является необходимая для фотосинтеза световая энергия. С целью ее максимального использования под покровом деревьев высотой 30—40 м расположено еще несколько ярусов деревьев, приспособленных к рассеянному свету. Значительная часть отмирающих и опадающих листьев высоких деревьев перехватывается многочисленными эпифитами. По этой причине химические элементы, содержащиеся в листьях, вновь захватываются в биологический круговорот, не достигая почвы. Во влажных тропических лесах вегетация продолжается весь год. Годовая продукция в среднем равна 2500 т/км^2 . Биогеохимическая специфика влажных тропических лесов заключается в том, что почти все количество химических элементов, необходимое для питания огромной массы растительности, содержится в самих растениях. Биогеохимический цикл массообмена сильно замкнут. Если вырубить дождевой тропический лес, то вместе с гибелью деревьев нарушится вся тысячелетиями создаваемая система биологического круговорота и под сведенным лесом останутся бесплодные земли.

И, несмотря на все это, влажный тропический лес подвергается нещадной вырубке. Интенсивность уничтожения тропических лесов достигает 2 млн га/год., 23 га в минуту. Уничтожение тропических лесов Амазонки в Бразилии, которые называют «легкими планеты», достигло устрашающих размеров. Только в 2003 г. в бразильской Амазонии было вырублено около 20 тысяч квадратных километров леса - рекордный показатель за последние пять лет. Это на 15% больше, чем в предшествующем году, и вырубленная площадь равняется территории Бельгии.

Причин тому несколько: это и рост численности населения региона с 1960-х годов примерно в 10 раз, и промышленная рубка лесов, и бурное развитие горнодобывающих производств. Причем если раньше рубка и выжигание шли в основном по границе с плотно заселенными восточными и южными районами бассейна Амазонки, то теперь они охватили и его центральную область.

До недавней рубки леса вдоль Трансамазонской магистрали считалось, что обезьяна могла проделать путь от Колумбии до Аргентины, ни разу не коснувшись земли. А теперь рубка влажных тропических лесов ведется убийственными темпами — миллион деревьев в день!

Что же делать, чтобы сохранить те зеленые островки, которые еще остались на нашей планете? Нужно прежде всего собрать всю необходимую информацию о современном состоянии лесов. Следует также создать такую систему платежей за пользование лесными ресурсами, которая бы препятствовала коррупции и хищническому расточению, получению быстрой выгоды. Необходимо показать,

что сбережение лесов в процессе их эксплуатации в конечном счете принесет гораздо больший доход в каждой отдельно взятой стране, чем проведение сплошных рубок и создание низкопродуктивных сельскохозяйственных угодий.

Ученые-экологи должны разработать систему мероприятий по улучшению состояния сохранившихся на планете лесов, как неосвоенных, так и измененных деятельностью человека. Часть лесных территорий должна быть сохранена от вырубок и землепользования: государство может получать от них доход, используя для туризма, защиты водоразделов и охраны биологического разнообразия страны. Каждое государство, на территории которого сохранились лесные массивы, необходимо посоветовать охранять свои неосвоенные леса, даже если в соседнем государстве тоже существуют сходные с ними экосистемы. Также нужно организовать землепользование на территории, прилегающей к неосвоенным лесам, чтобы максимально защитить их. Ну и, конечно, там, где вырубка лесов наиболее интенсивна, необходимо попытаться восстановить фрагментированные и исчезающие леса. Это только малая часть тех мероприятий, которые должны обеспечить охрану лесов нашей планеты. Задача эта коллективная, и только объединившись, правительства разных стран могут получить первые столь необходимые нам, землянам, результаты.

Такая работа уже начата. В настоящее время разработана и выполняется Международная программа сохранения бразильских влажных лесов. На нее ассигновано 340 млн амер. долл., которые выделили Великобритания, Германия, Италия, Канада, США, Франция и Япония, а также дополнительно Европейский Союз. На эти деньги создаются заповедники и резервации для индейских племен, коридоры для миграции животных, участки, где сохраняются традиционные промыслы — сбор смолы каучуконосных растений, бразильского ореха и т.п.

ТЕОРИЯ БИОТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ¹

Экологическая деятельность ученых в процессе решения экологических проблем современности в последнее время смещается в сторону таких понятий как биосфера, экосистема и ее функции, биоразнообразие. Таким образом, человечество все больше и больше осознает глобальность надвигающегося экологического кризиса и лихорадочно ищет пути выхода из него, обобщая все накопленные на сегодняшний день данные и пытаясь построить научно-обоснованную теорию существования биосферы, где учитывались бы результаты и последствия активного вмешательства человека в ее функционирование.

До середины XX века человечество не заостряло внимание на экологических проблемах состояния окружающей среды, которые впоследствии переросли в затронувший всю планету глобальный экологический кризис. Человечество впервые столкнулось с такими явлениями как парниковый эффект, кислотные осадки, истончение озонового слоя, интенсивное химическое загрязнение биосферы, исчезновение с лица планеты целых экосистем. Вполне резонно первыми шагами ученых были призывы к внедрению передовых

технологий, направленных на очистку промышленных выбросов, сокращение потребления ископаемого топлива, сохранения биоразнообразия в зоопарках, генных банках, а также в заповедниках, занимающих не более процента территории Земли. При этом единственной возможностью обеспечения удовлетворения растущих потребностей населения Земли рассматривается безостановочный экономический рост, базирующийся на непрерывном расширении использования ресурсов биосферы.

Отсюда стандартное понимание экологической проблемы, которую предстоит решить человеку. Она заключается главным образом в том, чтобы предотвращать недопустимое (в отношении непосредственного, текущего воздействия на человека) ухудшение состояния окружающей среды ликвидировать загрязнения, изменяющие окружающую человека среду в неблагоприятном для него направлении, создавать сеть заповедных территорий, где сохранялось бы биоразнообразие окружающей природной среды.

Антропогенное воздействие на биосферу в XX веке значительно превысило ее хозяйственную емкость (в настоящее время оно оценивается как десятикратное). С одной стороны человек уничтожает естественные экосистемы и уменьшает возможности биоты, как регулятора, а с другой – загрязняет окружающую среду и увеличивает нагрузку на регулятор. Поэтому вопреки распространенному мнению, именно уничтожение и ослабление экосистем наносят природе самый значительный вред – больший, чем загрязнение как таковое.

В последние годы активно обсуждается точка зрения на преодоление экологического кризиса, в основе которой лежит идея биологической стабилизации окружающей среды, суть которой состоит в том, что биота планеты, являясь важнейшим фактором формирования и стабилизации природной среды при условии сохранения ее в достаточном для обеспечения стабильности объеме, в состоянии вернуть биосфере ее устойчивость.

Выдающийся российский ученый Тимофеев-Ресовский так обозначил роль биосферы на Земле: «Биосфера Земли - это живая гигантская фабрика,

¹ При написании раздела автором использованы работы В.Г.Горшкова, В.И.Данилова-Данильяна и К.С.Лосева.

преобразующая энергию и вещество на поверхности нашей планеты, - формирует и равновесный состав атмосферы, и состав растворов в природных водах, а через атмосферу -энергетику нашей планеты. Она же влияет на климат. Вспомним огромную роль в круговороте влаги на земном шаре испарения воды растительностью, растительным покровом Земли. Следовательно, биосфера Земли формирует все окружение человека. И небрежное отношение к ней, подрыв ее правильной работы будет означать не только подрыв пищевых ресурсов людей и целого ряда нужного людям промышленного сырья, но и подрыв газового и водного окружения людей. В конечном счете, люди без биосферы или с плохо работающей биосферой не могут вообще существовать на

Земле». В данном отрывке высказывается мысль о том, что стабильность окружающей среды зависит от состояния биоты Земли (исторически сложившейся совокупности всех естественных видов биосферы - растений, животных и микроорганизмов). Биота является той основой, которая формирует окружающую среду.

Данная идея положена в основу **теории биотической регуляции** и стабилизации окружающей среды, которая была разработана в конце XX века российским биофизиком В.Г. Горшковым и его последователями (В.И. Данилов-Данильян, К.Я. Кондратьев, К.С. Лосев). Ее сторонники считают невозможным и нецелесообразным передачу регулятивных функций биоты техническим системам, являющихся следствием научно-технического прогресса. Поэтому единственный способ разрешения глобальных экологических проблем состоит в сокращении антропогенного воздействия на биосферу до уровня, при котором она возвратится в невозмущенное состояние и сможет устойчиво оставаться в нем. Главнейшим регулирующим фактором здесь будут выступать регулирующие способности биоты, обладающие достаточностью для поддержания хозяйственной емкости биосферы. Выполнение данного условия является критерием устойчивого развития. биотической регуляцией окружающей среды Под биотической регуляцией окружающей среды понимают поддержание устойчивости окружающей среды естественными сообществами биосферы.

Каким же образом можно доказать существование биотической регуляции окружающей среды? Таких фактов множество. Отметим только те из них, на которых акцентируют внимание разработчики теории.

1. Концентрация неорганического (CO_2) и органического (биота) углерода в биосфере изменялась менее, чем на порядок величины на протяжении окол 104 лет. Цифры показывают, что глобальные потоки синтеза и разложения совпадают с точностью до четырех значащих цифр.

2. Выбросы неорганического углерода из земных недр в атмосферу компенсируются с огромной точностью депонированием органического углерода в осадочных породах. Поток выбросов неорганического углерода и поток депонированного органического углерода совпадают с точностью до четырех значащих цифр

3. Отношения биогенов в океане C/N/P/O_2 (отношения Редфилда) совпадают с отношениями при синтезе органического вещества. Это указывает на то, что концентрации этих биогенных элементов в океане сформированы и поддерживаются биотой.

4. Круговорот воды на суше также определяется биотой суши. Речной сток в океан равен осадкам, приносимым с океана. Он в три раза меньше осадков на суше. Следовательно, $2/3$ осадков определяется испарением воды на суше, которого бы не было в отсутствие биоты.

5. Исследования показали, что невозмущенная биота океана поглощает, компенсирует избытки двуокиси углерода, выбрасываемые в атмосферу

человеком. Тогда как сильновозмущенная человеком биота суши утратила эту способность.

6. Концентрация двуокиси углерода в атмосфере совпадает с концентрацией растворенной двуокиси углерода в поверхностном слое океана и в три раза меньше, чем в его глубинах. Это объясняется тем, что диффузионный поток неорганического углерода из глубин океана к поверхности компенсируется синтезом органического углерода у поверхности и его погружением в глубины океана, где он разлагается. В результате биотой океана поддерживается концентрация двуокиси углерода в атмосфере, в три раза меньшая, чем она была бы в отсутствие биоты.

Таким образом, биота принимала непосредственное участие в формировании биосферы Земли. Это подтверждается тем, что осадочные породы и в значительной части литосфера сформированы при прямом или косвенном участии биоты. Она участвовала в формировании месторождений железа и многих месторождений фосфора, огромных толщ известняковых отложений и, конечно, месторождений ископаемого топлива.

Кислородная атмосфера сформирована биотой. Концентрации основных газов в атмосфере поддерживается взаимодействиями живых организмов биоты. Биотой создана почва и растительность – основа всего живого.

Водные организмы Мирового океана и вод суши дважды в год пропускают через себя весь объем поверхностных вод Земли. Чистота озера Байкал поддерживается рачком эпишура, который трижды в год процеживает весь запас воды в нем.

Согласно теории биотической регуляции, по мере адаптации биоты к окружающей среде она оказывала на нее сильнейшее формирующее влияние. Под воздействием биоты формировалась регулируемая окружающая среда, одновременно развивались соответствующие регулирующие механизмы самой биоты. В результате образовалась высокоорганизованная система — биосфера.

Таким образом, для сохранения жизни на Земле нужно сохранить достаточную интенсивность биотической регуляции окружающей среды. Для этого необходимо сохранить глобальные по своим масштабам территории, покрытые ненарушенными сообществами биоты.

Краткое резюме

Взаимодействие человека и природы на современном этапе развития биосферы характеризуется увеличением антропогенного пресса на состояние природных экосистем в связи с развитием промышленного производства и освоения человеком новых промышленных технологий. Все это привело к возникновению глобального экологического кризиса. Следствием экологического кризиса являются такие негативные последствия влияния человека, как парниковый эффект, кислотные осадки и истончение озонового слоя Земли, деградация почвенного покрова и опустынивание, уменьшение площадей лесного покрова Земного шара.

Современный этап развития человечества характеризуется ускоренным ростом народонаселения, который с середины XX в. приобрел стремительные темпы и получил название «демографического взрыва».

Биота Земли рассматривается как единственный механизм поддержания пригодных для жизни условий окружающей среды в локальных и глобальных масштаба. Поддержание устойчивости окружающей среды естественными сообществами биосферы называют биотической регуляцией окружающей среды.

Вопросы для повторения

1. В чем проявляется глобальность современных экологических проблем?
2. Что такое экологический кризис и в чем опасность последствий его проявления?
3. Какие процессы во взаимоотношениях природы и общества лежат в основе проявления экологического кризиса?
4. Каковы причины экологического кризиса?
5. Какими процессами объясняется эффект общего потепления климата на Земле?
6. Каковы предполагаемые последствия «парникового эффекта»?
7. Зачем нужен озоновый слой в атмосфере?
8. Объясните механизм разрушения озонового слоя Земли.
9. Каким образом можно предотвратить негативные последствия разрушения озонового экрана?
10. Какие осадки называются кислотными?
11. В чем эффект проявления и воздействия кислотных осадков?
12. Каковы основные причины возникновения кислотных осадков?
13. Каким образом можно уменьшить выброс в атмосферу вредных химических веществ?
14. Что такое демографический взрыв? Какова опасность этого процесса?
15. Что такое экспоненциальный рост численности населения?
16. Каковы закономерности развития демографической ситуации на планете Земля?
17. Каковы прогнозы роста населения планеты на ближайшие пятьдесят лет?
18. Назовите основные причины деградации почвенного покрова и опустынивания.
19. К каким последствиям может привести значительное снижение лесных площадей на планете?
20. Что такое биотическая регуляция окружающей среды?

Темы для докладов на семинарах

1. Глобальные экологические проблемы человечества.

2. В чем заключаются тенденции и проявление современного экологического кризиса?
3. Парниковый эффект и проблемы потепления климата Земли.
4. Причины возникновения кислотных осадков и их влияние на природные экосистемы.
5. Современное состояние озонового экрана Земли и проблема его охраны.
6. Проблема роста народонаселения в отдельных регионах планеты.
7. Антропогенные загрязнения почвенного покрова планеты.
8. Влажный тропический лес – уникальная экосистема нашей планеты.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Войткевич Г.В., Вронский В.А. Основы учения о биосфере: Учеб. пособие для студентов вузов. Ростов на Дону, 1996.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2003.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. – М., 1986.
- Петров К.М. Общая экология: Взаимодействие общества и природы. – СПб, 1998.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. – М., 1989.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб., 1997.
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн.пособие для студ. биол.спец. пед.ин-тов. - М., 1988.
- Четверев В.И. Экологический кризис: поиски выхода. - М., 1994.
- Шилов И.А. Экология: Учеб.пособие для биол. и мед. спец. вузов. - М., 1997.

Дополнительная

- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. - Ростов на Дону, 1996.
- Данилов - Данильян В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие: Учеб. пособие - М., 2000.
- Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология: Учеб. для вузов. - Ростов н/Д, 2000.
- Лосев К.С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. – М., 2001.
- Маврищев В.В. Основы общей экологии/ Учебное пособие для студентов небиологических специальностей вузов. – Мн., 2000.
- Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.
- Маглыш С.С. Общая экология: Учеб. пособие. - Гродно, 2001.
- Маркович Д.Ж. Социальная экология. – М., 1997.

- Ньюмен А. Легкие нашей планеты. - М., 1989.
Общая экология: Учебник для вузов. – М., 2000.
Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
Розанов С.И. Общая экология. – СПб.: Лань, 2001.
Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. - Киев, 1987.
Чистик О.В. Экология. – Учеб. пособие. - 2-е изд. - Мн., 2001.

ЛЕКЦИЯ 9

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

План лекции:

1. Общая характеристика природных ресурсов
2. Проблема исчерпаемости природных ресурсов
3. Проблема дефицита пресной воды
4. Основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод
5. Ресурсы сырья и энергии
6. Гидро-и тепловая энергетика
7. Современное состояние атомной энергетики. Последствия аварии на ЧАЭС
8. Альтернативная энергетика
9. Биологические ресурсы и их использование

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Согласно определению, приведенному в многоязычном словаре терминов охраны природы (Швейцария, 1976), под природными ресурсами понимается «совокупность составляющих природной среды как возобновимых, так и невозобновимых, которые используются или могут быть использованы человеком: материальные (например, леса, животный мир, минералы, воды, земля, воздух) или нематериальные (например, живописный ландшафт)».

Природные ресурсы - это все то, что человек использует для обеспечения своего существования — продукты питания, минеральное сырье, энергоносители, пространство для жизни, воздушное пространство, воду, объекты для удовлетворения эстетических потребностей. Это часть всей совокупности природных условий существования человечества и важнейших элементов природы (виды вещества и энергии). Они являются средствами существования человека, используются им в хозяйственной деятельности.

Под общим понятием *ресурсов* понимаются *любые источники и предпосылки* получения необходимых людям материальных благ. **Природные (естественные) ресурсы - это объекты и явления природы, используемые для прямого и непрямого потребления в качестве средств труда (земля,**

водные пути, вода для орошения), источников энергии (гидроэнергия, солнечная энергия, горючие ископаемые, атомное топливо), или предметов потребления (растения, животные, питьевая вода).

Природные ресурсы используются в качестве:

- непосредственных предметов потребления (кислород воздуха, питьевая вода, растения, грибы, продукты охоты, рыболовства);
- средств труда, с помощью которых осуществляется общественное производство (земля, водные пути, вода для орошения);
- предметов труда (древесина, минералы);
- источников энергии (гидроэнергия, атомное топливо, запасы горючих ископаемых, солнечные батареи и др.);
- банка генетического фонда (выведение новых сортов и пород);
- мест рекреации (восстановление здоровья и трудоспособности путем отдыха на природе).

Существует множество различных классификаций ресурсов. Экологов в первую очередь интересуют ресурсы природные, то есть вся совокупность естественных продуктов природы, используемых человеком для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. На рис. представлена примерная классификация природных ресурсов.

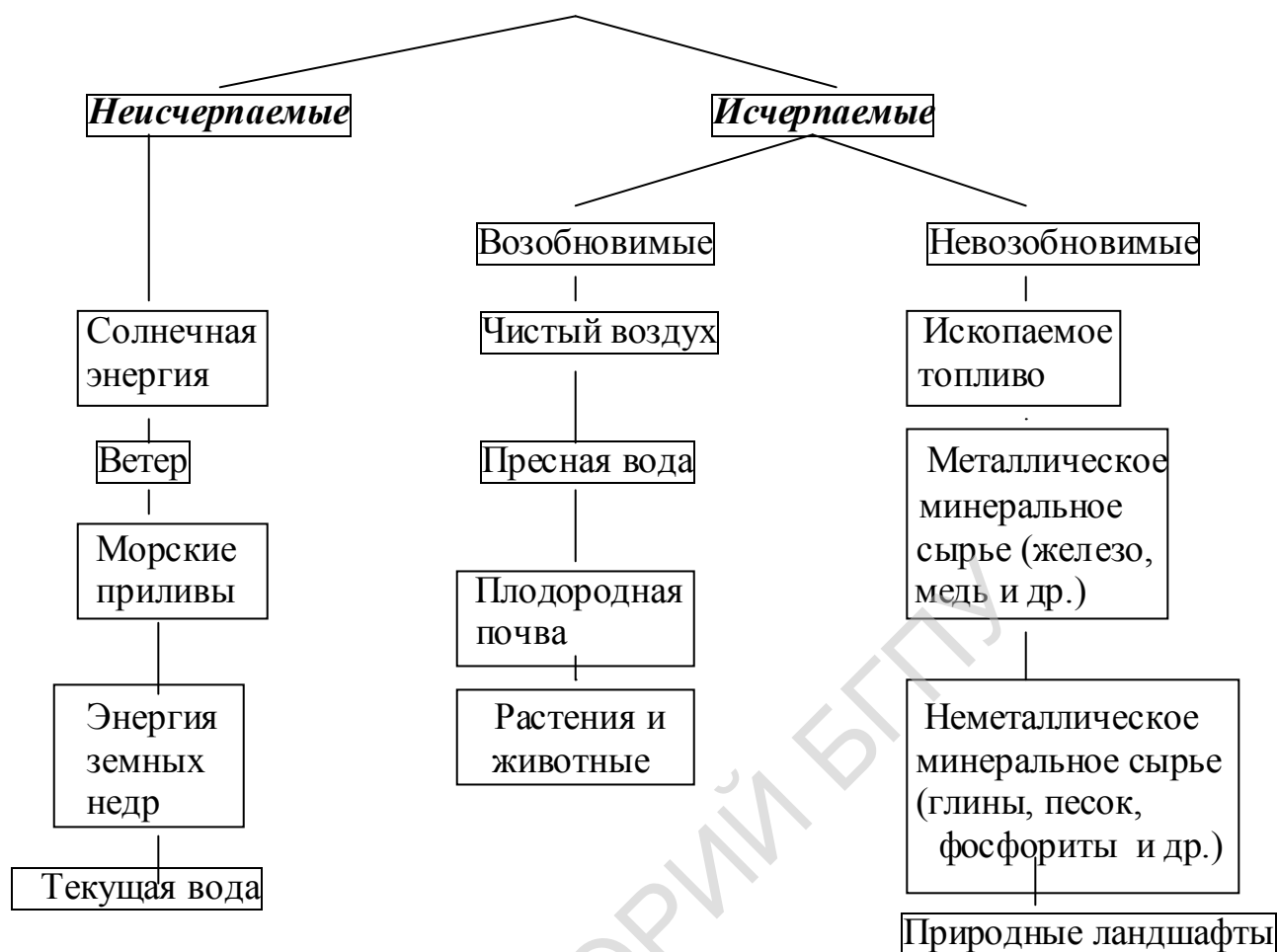
Исчерпаемые природные ресурсы делятся на исчерпаемые восстанавливаемые (возобновимые) и исчерпаемые невозстанавливаемые (невозобновимые). К первой группе прежде всего относятся биологические ресурсы - растительность и животный мир. Это лесные ресурсы, ресурсы сельскохозяйственных растений, диких и домашних животных. Сюда же можно отнести и некоторые минеральные ресурсы, например выпадающие в осадок соли в соленых водоемах. При определенных условиях возобновимые ресурсы могут в сравнительно короткий геологический период восстановиться качественно и количественно.

Ко второй группе относится большинство полезных ископаемых - нефть, уголь, газ и т.д. Исчерпаемость ресурсов связана, во-первых, с их широкомасштабным применением. Изъятие этих ресурсов из природной среды происходит очень интенсивно, запасы их неуклонно уменьшаются. Во-вторых, эти ресурсы восполняются значительно более медленными темпами, чем происходит их потребление (нефть, уголь, сланцы и др.).

Можно также выделить относительно возобновимые ресурсы. Это прежде всего почвы, частично вышедшие из сельскохозяйственного оборота в результате водной и ветровой эрозии либо радиоактивного загрязнения, лесные древостои высокого возраста, торф, используемый в качестве топлива. По истечении определенного промежутка времени (от сотен до нескольких тысяч лет) эти ресурсы можно будет снова использовать.

Рис. . Основные типы природных ресурсов

Природные ресурсы



ПРОБЛЕМА ИСЧЕРПАЕМОСТИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

За годы после второй мировой войны было использовано столько же минерального сырья, сколько за всю предыдущую историю человечества. Поскольку запасы угля, нефти, газа, железа и других полезных ископаемых не возобновляемы, они будут исчерпаны, по расчётам учёных через несколько десятилетий. Но даже если ресурсы и относятся к категории возобновляемых, это вовсе не значит, что с ними все в порядке. Большинство этих ресурсов на деле быстро убывает, вырубка леса в мировом масштабе значительно превышает прирост древесины, площадь лесов, дающих земле кислород уменьшается с каждым годом. Главный фундамент жизни - почвы, повсюду на Земле деградируют. В то время как Земля накапливает один сантиметр чернозёма за 300 лет, ныне один сантиметр почвы погибает за три года.

Лишь $\frac{1}{10}$ всех земель планеты пригодна для сельского хозяйства. Так, в Европе на их долю приходится 36%, в Центральной Америке – 25% и в Северной Америке – 22%. Меньше всего хороших земель в Северной и Центральной Азии (10%), в Юго-Восточной Азии (14%), в Южной Америке (15%) и в Австралии (15%). Значительная часть этих земель, несмотря на то что их и так мало,

ежегодно изымается из сельскохозяйственного оборота под нужды строительства.

Плодородные почвы в долинах Гималаев вымываются столь интенсивно, что в Бенгальском заливе образуется новый остров из наносов, большей частью состоящих из почв, на которых при правильном землепользовании можно было бы выращивать продовольственные культуры.

Расход невозобновимых видов сырья повышается, все больше пахотных земель выбывает из экономики, так на них строятся города и заводы.

Ныне вопрос коренного улучшения использования природных ресурсов и ресурсообеспечения человечества имеет большую остроту. Из всей площади суши почти 45 млн. км², или около $\frac{1}{3}$, уже занято пахотными, сенокосными, пастбищными угодьями, садами и плантациями. Леса занимают более 40 млн. км² всей суши, из них весьма значительная часть разрабатывается (ежегодно заготавливается свыше 2 млрд. м³ древесины).

В целях избежания угрозы истощения природных ресурсов огромное значение приобретает разработка системы мероприятий, обеспечивающей усиленную разведку запасов невозобновляемых ресурсов, поиски новых источников сырья, топлива и энергии (в т. ч. освоение термоядерной энергии, развитие производства синтетических материалов и др.), наиболее полное вовлечение в хозяйственный оборот разнообразных возобновляемых ресурсов, организацию более интенсивного использования этих видов ресурсов в экологически рациональных масштабах и формах. Вместе с тем особую актуальность имеют задачи предотвращения нерационального использования природных ресурсов, экономного и улучшенного их использования. Одним из важных путей решения этих задач является широкое применение вторичного сырья и комплексное использование природных ресурсов.

Исключительно важное значение имеет разработка новых технологических процессов, ведущих к резкому сокращению, а затем и устранению потерь при добыче (заготовке), переработке и использовании природных ресурсов. Наряду с лучшим использованием естественных ресурсов и расширением ресурсно-сырьевой базы высокую актуальность имеет задача охраны природы от загрязнения, связанного в значительной мере с недостатками в организации и технологии эксплуатации ресурсов.

Всё это обуславливает необходимость строгого соблюдения эколого-экономического подхода к эксплуатации природных ресурсов.

При эксплуатации невозобновляемых ресурсов необходимо достижение резкого сокращения потерь сырья в недрах при его добыче (по нефти, например, они составляют порядка 50 и более %), переработке и транспортировке, а также максимального увеличения оборота извлечённого вещества природы за счёт всемерной утилизации вторичного сырья. Огромное значение имеет повышение коэффициента полезного использования уже извлечённых из природы видов исходных материалов и продуктов (ныне из всей энергии, заключённой в добытом топливе, используется лишь одна четверть; при заготовке и

переработке древесины допускаются значительные потери и т.п.), а также повышение срока службы изделий длительного пользования.

Подлинная перспектива выхода из кризиса использования природных ресурсов состоит в изменении производственной деятельности человека, его образа жизни, его сознания. Научно-технический прогресс создаёт не только «перегрузки» для природы; в наиболее прогрессивных технологиях он даёт средства предотвращения негативных воздействий, создаёт возможности экологически чистого производства. Возникла не только острая необходимость, но и возможность изменить суть технологической цивилизации, придать ей природоохранный характер. Одно из направлений такого развития - создание безопасных производств.

Используя достижения науки, технологический прогресс может быть организован таким образом, чтобы отходы производства не загрязняли окружающую среду, а вновь поступали в производственный цикл как вторичное сырьё. Пример даёт сама природа: углекислый газ, выделяемый животными, поглощается растениями, которые выделяют кислород, необходимый для дыхания животных. Безотходным является такое производство, в котором всё исходное сырьё в конечном счёте превращается в ту или иную продукцию. Если учесть, что 98% исходного сырья современная промышленность переводит в отходы, то станет понятной необходимость задачи создания безотходного производства. Расчёты показывают, что 80% отходов теплоэнергетической, горнодобывающей, коксохимической отраслей годны в дело. При этом получаемая из них продукция зачастую превосходит по своим качествам изделия, изготовленные из первичного сырья. Например, зола тепловых электростанций, используемая в качестве добавки при производстве газобетона, примерно в два раза повышает прочность строительных панелей и блоков. Большое значение имеет развитие природовосстановительных отраслей (лесное, водное, рыбное хозяйство), разработка и внедрение материаловосберегающих и энергосберегающих технологий.

ПРОБЛЕМА ДЕФИЦИТА ПРЕСНОЙ ВОДЫ

Под водными ресурсами в первую очередь понимают не все виды вод на планете, которые могут быть использованы человеком, но прежде всего ресурсы природных пресных вод.

Возможность получения пресной воды была одним из главных условий (или предпосылок) зарождения цивилизации, существования людей и развития любых производств. Для своих поселений человек издревле выбирал места вблизи водотоков. Посмотрите на карту мира. Все крупные города (да и большинство малых) основаны вблизи непосредственной близости водных источников - рек. Пути расселения человека по Земле также оказались путями воды. Заселение материков начиналось от рек. Вода с древнейших времен стала важнейшим и самым дешевым транспортным путем.

Древнейшие культуры начинали развиваться как водные цивилизации. Около 3-4 тысячелетий назад в плодородном междуречье Тигра и Евфрата неведомые нам люди начали сеять зерно. Именно это место считается одним из древнейших очагов цивилизации на планете. Здесь развивались государства Ассирия, Вавилония, Шумер. Уже тогда наши предки осознали: вода - это жизнь. Точно так же на жирных наносных почвах, образованных Индом и его притоками, выросла древняя индийская культура, а возникновение китайского земледелия принято связывать с рекой Вэйхэ - притоком Хуанхэ в Северном Китае.

Африка, где недостаток воды сказывается особенно сильно, также дала миру древнюю цивилизацию - египетскую. По берегам Нила возник созданный человеком оазис. Зеленая извилистая кромка вдоль берегов реки, окруженная пустыней, - вот то место, упоминание о котором связывается у нас с именами египетских фараонов. В высшей степени практичные египтяне начали ежегодно отмечать высоту паводка на Ниле за 3 тыс. лет до нашей эры. С научной точки зрения сами паводки египтян не интересовали, но высота воды показывала, какая площадь будет затоплена, а это давало возможность определить величину налогов с урожая. В жизни древних египтян Нил играл настолько большую роль, что деление года на периоды проводилось ими с учетом состояния реки. Год начинался среди лета, когда разливалась река. Он делился на три сезона: сезон наводнения, сезон роста и сезон уборки урожая при самой низкой воде.

Человечеству для жизни нужна не просто вода, не любая вода, а вода пресная и определенного качества. А ее очень и очень мало. Не следует забывать, что из каждых 100 л воды на Земле 97 л имеют соленый вкус. Современные исследования показали, что суммарные запасы всех видов пресных вод суши - рек, озер, подземных и снежно-ледниковых ресурсов не превышают 2,5% от общего количества воды на Земле. Запас воды в реках и озерах оценивается цифрой в 95 000 км³, т.е. всего 0,26% от суммарных ресурсов пресных вод, или 0,007% от общих запасов воды на Земле.

Любой житель цивилизованного общества привык, что стоит только повернуть кран, как из него тут же потечет струйка воды. Для нас это стало обыденным фактом. А вот известный немецкий зоолог, паразитолог и гидробиолог Ганс Либман в своей книге «Планета на пути к смерти» рассказал следующий случай.

Когда несколько десятилетий назад австралийского пигмея, жившего в условиях каменного века, доставили в большой город и показали ему все достижения технической цивилизации, его больше всего поразили небоскребы, а тот простой факт, что дома, отвернув кран, мы можем получить воду. Инстинкт безошибочно подсказал аборигену, что завидовать надо не огромным домам или дорогам, построенным цивилизованным человечеством, а воде, которую можно иметь в любом количестве, в любое время суток прямо из водопровода.

Недостаток воды и ее плохое качество напрямую влияют на здоровье людей. Некоторые наиболее опасные заболевания встречаются именно в местах, где весьма затруднен доступ к источникам чистой воды.

Проблема питьевой воды связана с проблемой использования ее для получения продуктов питания. Сельское хозяйство требует больших водных затрат. А если приплюсовать сюда такого потребителя воды, как промышленность, то становится понятным, почему медленно, но верно запасы пресных вод на планете иссякают. Если в начале века промышленность потребляла всего 30 км³ воды в год, то к 1975 г. водопотребление возросло до 630 км³, и по прогнозам в 2015 г. оно достигнет 2750 км³ в год.

Насколько велики потребности в воде в промышленности и сельском хозяйстве, можно судить по следующим цифрам. Для производства сахара из 1 т сахарной свеклы требуется 0,5-6 м³ воды, 1 т бумаги - 1,5-60 м³, 100 л пива - 5-21 м³, для дубления 1 т сырой кожи - 20-50 м³; 1 т пряжи - до 200 м³, для выработки 1 т капронового волокна - 5600 м³, 1 т стали - 25 тыс.л., для выпуска одного автомобиля - 300 тыс.л., для орошения 1 га хлопка - 5-6 тыс.м³, 1 га риса - 15-20 тыс. м³.

Растущие города требуют свою долю живительной влаги. Для обеспечения потребности в воде современного города с миллионным населением требуется по крайней мере 0,5 млн. м³ воды в сутки из расчета 0,5 м³ на человека. Обычно город сталкивается с триединой водной проблемой: снабжение водой, отвод сточных вод и пополнение запасов воды. Уже сейчас из-за загрязнения природных вод многие города вынуждены пополнять водные запасы из источников, находящихся на большом удалении от них, либо бурить глубокие водозаборные скважины. Все это требует затраты огромных средств.

И, может быть, не все было бы так плохо, если бы вода, которую мы используем или планируем использовать, была чистой. Однако острота проблемы усугубляется тем, что качество ресурсов пресных вод постоянно ухудшается. Водные объекты все в большей мере загрязняются сточными водами и разного рода отходами.

Если учесть все сказанное, можно прийти к довольно печальному выводу. В первой четверти будущего века водные ресурсы на нашей планете будут практически близки к исчерпанию. В отдельных же странах, регионах и речных бассейнах источники воды могут быть исчерпаны значительно раньше. По этому решение водной проблемы должно вестись по трем главным направлениям: ограничение эксплуатации подземных запасов вод, экономия воды путем более эффективной ее доставки и регламентирования потребления, а также возрождение некогда чистых, а теперь загрязненных естественных водоемов.

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Одним из основных загрязнителей поверхностных вод является нефть и нефтепродукты. Нефть может попадать в воду в результате естественных ее

выходов в районах залегания. Но основные источники загрязнения связаны с человеческой деятельностью: нефтедобычей, транспортировкой, переработкой и использованием нефти в качестве топлива и промышленного сырья.

Среди продуктов промышленного производства особое место по своему отрицательному воздействию на водную среду и живые организмы занимают токсичные синтетические вещества. Они находят все более широкое применение в промышленности, на транспорте, в коммунально-бытовом хозяйстве. Концентрация этих соединений в сточных водах, как правило, составляет 5-15 мг/л при ПДК - 0,1 мг/л. Эти вещества могут образовывать в водоёмах слои пены, особенно хорошо заметный на порогах, перекатах, шлюзах. Способность к пенообразованию у этих веществ появляется уже при концентрации 1-2 мг/л.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в поверхностных водах являются фенолы, легко окисляемые органические вещества, соединения меди, цинка, а в отдельных регионах страны — аммонийный и нитритный азот, лигнин, ксантогенаты, анилин, метил меркаптан, формальдегид и др. Огромное количество загрязняющих веществ вносится в поверхностные воды со сточными водами предприятий черной и цветной металлургии, химической, нефтехимической, нефтяной, газовой, угольной, лесной, целлюлозно-бумажной промышленности, предприятий сельского и коммунального хозяйства, поверхностным стоком с прилегающих территорий.

Небольшую опасность для водной среды из металлов представляют ртуть, свинец и их соединения.

Расширенное производство (без очистных сооружений) и применение ядохимикатов на полях приводят к сильному загрязнению водоемов вредными соединениями. Загрязнение водной среды происходит в результате прямого внесения ядохимикатов при обработке водоемов для борьбы с вредителями, поступления в водоемы воды, стекающей с поверхности обработанных сельскохозяйственных угодий, при сбросе в водоемы отходов предприятий-производителей, а также в результате потерь при транспортировке, хранении и частично с атмосферными осадками.

Наряду с ядохимикатами сельскохозяйственные стоки содержат значительное количество остатков удобрений (азота, фосфора, калия), вносимых на поля. Кроме того, большие количества органических соединений азота и фосфора попадают со стоками от животноводческих ферм, а также с канализационными стоками. Повышение концентрации питательных веществ в почве приводит к нарушению биологического равновесия в водоеме.

Вначале в таком водоеме резко увеличивается количество микроскопических водорослей. С увеличением кормовой базы возрастает количество ракообразных, рыб и других водных организмов. Затем происходит отмирание огромного количества организмов. Оно приводит к расходованию всех запасов кислорода, содержащегося в воде, и накоплению сероводорода. Обстановка в водоеме меняется настолько, что он становится непригодным для существования любых форм организмов. Водоем постепенно «умирает».

Современный уровень очистки сточных вод таков, что даже в водах, прошедших биологическую очистку, содержание нитратов и фосфатов достаточно для интенсивного эвтрофирования водоемов.

Одним из видов загрязнения водоемов является *тепловое загрязнение*. Электростанции, промышленные предприятия часто сбрасывают подогретую воду в водоем. Это приводит к повышению в нем температуры воды. С повышением температуры в водоеме уменьшается количество кислорода, увеличивается токсичность загрязняющих воду примесей, нарушается биологическое равновесие.

В загрязненной воде с повышением температуры начинают бурно размножаться болезнетворные микроорганизмы и вирусы. Попадая в питьевую воду, они могут вызвать вспышки различных заболеваний.

В ряде регионов важным источником пресной воды являлись подземные воды. Раньше они считались наиболее чистыми. Но в настоящее время в результате хозяйственной деятельности человека многие источники подземной воды также подвергаются загрязнению. Нередко это загрязнение настолько велико, что вода из них стала непригодной для питья.

Человечество потребляет на свои нужды огромное количество пресной воды. Основными ее потребителями являются промышленность и сельское хозяйство. Наиболее водоемкие отрасли промышленности - горнодобывающая, сталелитейная, химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и пищевая. На них уходит до 70% всей воды, затрачиваемой в промышленности. Главный же потребитель пресной воды - сельское хозяйство: на его нужды уходит 60-80% всей пресной воды.

В современных условиях сильно увеличиваются потребности человека в воде на коммунально-бытовые нужды. Объем потребляемой воды для этих целей зависит от региона и уровня жизни, составлял от 3 до 700 л на одного человека. В Москве, например, на каждого жителя приходится около 650 л, что является одним из самых высоких показателей в мире.

Из анализа водопользования за 5-6 прошедших десятилетий вытекает, что ежегодный прирост безвозвратного водопотребления, при котором использованная вода безвозвратно теряется для природы, составляет 4-5%. Перспективные расчеты показывают, что при сохранении таких темпов потребления и с учетом прироста населения и объемов производства к 2100 г. человечество может исчерпать все запасы пресной воды.

Уже в настоящее время недостаток пресной воды испытывают не только территории, которые природа обделила водными ресурсами, но и многие регионы, еще недавно считавшиеся благополучными в этом отношении. В настоящее время потребность в пресной воде не удовлетворяется у 20% городского и 75% сельского населения планеты.

Вмешательство человека в природные процессы затронуло даже крупные реки (такие, как Волга, Дон, Днепр), изменив в сторону уменьшения объемы переносимых водных масс (сток рек). Используемая в сельском хозяйстве вода по большей части расходуется на испарение и образование

растительной биомассы и, следовательно, не возвращается в реки. Уже сейчас в наиболее обжитых районах страны сток рек сократился на 8% , а у таких рек, как Дон, Терек, Урал - на 11-20%. Весьма драматична судьба Аральского моря, по сути, прекратившего существование из-за чрезмерного забора вод рек Сырдарьи и Амударьи на орошение.

Ограниченные запасы пресной воды еще больше сокращаются из-за их загрязнения. Главную опасность представляют сточные воды (промышленные, сельскохозяйственные и бытовые), поскольку значительная часть использованной воды возвращается в водные бассейны в виде сточных вод.

Загрязнению подвергаются не только поверхностные, но и подземные воды. В целом состояние подземных вод оценивается как критическое и имеет опасную тенденцию дальнейшего ухудшения.

Подземные воды (особенно верхних, неглубоко залегающих, водоносных горизонтов) вслед за другими элементами окружающей среды испытывают загрязняющее влияние хозяйственной деятельности человека. Подземные воды страдают от загрязнений нефтяных промыслов, предприятий горнодобывающей промышленности, полей фильтрации, шламонакопителей и отвалов металлургических заводов, хранилищ химических отходов и удобрений, свалок, животноводческих комплексов, не канализованных населенных пунктов. Происходит ухудшение качества воды в результате подтягивания некондиционных природных вод при нарушении режима эксплуатации водозаборов. Площади очагов загрязнения подземных вод достигают сотен квадратных километров.

Из загрязняющих подземные воды веществ преобладают: нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, ртуть), сульфаты, хлориды, соединения азота.

Перечень веществ контролируемых в подземных водах не регламентирован, поэтому нельзя составить точную картину о загрязнении подземных вод.

В 1996 г. одна из экологических лабораторий России обнародовала результаты анализа проб воды, взятых из Волги в границах Ярославской области. Как выяснилось, за предшествующие два года промышленные предприятия области сбросили в Волгу и ее притоки 500 т фосфора, 4 тыс. т азота, 400 т железа, 100 т цинка, 22 т хрома, 65 т алюминия, 9 т свинца, 1400 т магния, а также 3 тыс. т нитратов и 750 т нефтепродуктов. Образно говоря, в Волге можно обнаружить большую часть элементов таблицы Менделеева.

В реки и озера Сибири ежегодно сбрасывается примерно 40 млн. т токсичных веществ. Содержание органических веществ, аммонийного и нитратного азота, цинка, хрома, фенолов, меди в реках Сибири и Дальнего Востока превышает пределы допустимого на 30%.

Сток пресных вод России формируется преимущественно в Сибири (84%). Самые грязные реки российского Севера - это Северная Двина, Печора, Яна, Лена, Индигирка, Колыма, реки острова Сахалин, Кольского полуострова, нижнего течения Амура, Обь, Енисей.

Говорят, что 150 лет назад горничные, нанимавшиеся на работу в дома, расположенные в бассейне Рейна, ставили в контракте условие: при столновании блюда из лосося не должны подаваться более двух раз в неделю. Такие же условия ставили и батраки из Англии, нанимавшиеся на сельскохозяйственные фермы. А вот уже много лет лосось в Рейн вообще не заходит.

В далеком 1900 г. только голландские рыбаки выловили в Рейне (а Рейн - река пяти государств) 200 тыс. кг лосося, в 1930 г. - уже 10 тыс., в 1950 г. - только 3 тыс. кг этой ценнейшей рыбы, а в 1970 г. она полностью исчезла из-за катастрофического загрязнения реки. Это касается не только лосося, но и других видов рыб. После 1970 г. Рейн стал мертвой рекой. Позже благодаря усилиям немецких экологов запасы рыбы в реке постепенно начали восстанавливаться. Однако вряд ли в Рейне до конца восстановятся такие ценные виды рыб, как форель, лосось, хариус, усач и щука.

Кроме рек и озер планеты, сильному загрязнению подвергаются моря и океаны. Пути загрязнения могут быть самыми различными:

- сброс промышленных и сточных вод непосредственно в море или с речным стоком;
- смыв различных токсических веществ, используемых в сельском и лесном хозяйствах, и при других видах хозяйственной деятельности;
- преднамеренное загрязнение на дне морей и океанов различных токсических (в том числе и радиоактивных) отходов;
- утечка загрязняющих веществ в результате судовых операций;
- аварийные выбросы с судов и из подводных трубопроводов;
- утечка при разработке полезных ископаемых на морском дне;
- перенос загрязняющих веществ через атмосферу;
- естественная утечка нефти через трещины земной коры.

Все виды загрязнения подземных и поверхностных вод можно свести к нескольким типам.

Прежде всего это химическое загрязнение сбросами вредных веществ: тяжелых металлов, фенолов, кислот, щелочей, цианидов и других минеральных и органических токсических веществ. Сюда же можно отнести и загрязнение окружающей среды выхлопными газами автомобилей. Загрязнители этого типа действуют на окружающую среду непосредственно, реагируя с теми или иными компонентами живой природы.

Второй тип загрязнителей - вещества, действующие медленно и относительно скрыто, хотя нередко довольно трудно различить скрытое или явное действие токсикантов. Это нефтяные углеводороды, продукты производства фенолов, галогенпроизводные инсектициды, гербициды, синтетические детергенты (применяющиеся в промышленности и в быту моющиеся средства).

Следующая группа загрязнителей - это органические вещества, способные к ферментации. Этот тип загрязнения относится к биологическому. Оно может возникнуть как следствие канализационного стока в реки либо без очистки, либо

при недостаточной очистке а также сброса промышленных предприятий - целлюлозно-бумажных, пищевых и текстильных.

Нельзя не упомянуть и радиоактивное загрязнение. До 1986 г. (авария на Чернобыльской АЭС) оно рассматривалось как загрязнение косвенное, затрагивающее в основном биологию человека. Феномен Чернобыльской аварии заставил пересмотреть эту точку зрения и признать огромную опасность, исходящую от радиоактивных загрязнителей не только для человека непосредственно, но и для всей биоты в целом.

Следующую группу составляют механические загрязнители, опасность которых также до недавнего времени преуменьшали. Это твердые инертные вещества: глина, шлам, песок, шлак, отходы соледобывающей и угольной промышленности.

И последнее в перечне - тепловое загрязнение, в основном от сбросов тепловых и атомных электростанций. Это загрязнение, особенно в сочетании с другими типами загрязнителей, представляет собой серьезную проблему для будущего.

РЕСУРСЫ СЫРЬЯ И ЭНЕРГИИ

Энергия всегда играла и продолжает играть важную роль в жизнедеятельности человеческого общества. Все виды деятельности человека связаны с затратами энергии. Переход человечества к освоению новых видов топлива для получения необходимой для промышленного производства энергии связан с так называемыми «промышленными революциями». Эти промышленные революции, которые человек целиком относит на свой счет, не смогли бы произойти без запасов энергии, законсервированной растениями в ископаемом топливе. Погибая, растения аккумулировали энергию в отложениях каменного угля, торфе и даже нефти.

Первая такая промышленная революция, которая в XIX в. полностью преобразовала аграрные страны Европы, а затем и Америки, произошла в результате перехода от древесного топлива к ископаемому угольному. Позже уголь постепенно заменили нефть и природный газ. Потом пришла эра электричества. Открытие электричества оказало огромное влияние на жизнь человечества и содействовало зарождению и росту крупнейших городов мира.

Применение нефти и природного газа в сочетании с развитием электроэнергетики, а затем и освоение энергии атома позволили промышленно развитым странам осуществить грандиозные преобразования, итогом которых стало формирование современного облика Земли.

Энергия неразрывно связана с повседневной жизнью каждого человека. Уровень материальной, а в конечном счете и духовной культуры людей находится в прямой зависимости от количества энергии, имеющейся в их распоряжении. Чтобы добыть руду, выплавить из нее металл, построить дом, сделать любую вещь, нужно израсходовать энергию. А потребности человека все время растут, да и людей становится все больше. Добываемая человеком

энергия составляет всего лишь тысячные доли процента того, что ему хотелось бы получать. Потребление энергии в разных регионах Земли на душу населения различается в сотни и даже тысячи раз. Например, средний американец обходится природе в сотни долларов за день, а житель Индии или Непала - меньше одного доллара в день.

Проблемы энергетики затрагивают все слои человеческого общества. Рассматривая энергию как таковую, весьма важно различать различные ее виды на определенных стадиях преобразования и использования.

Прежде всего это первичная энергия, которая содержится в первичных природных источниках. Потребность в первичной энергии будет существовать всегда. Объемы ее использования зависят с одной стороны от оптимального соотношения между качеством технологии превращения энергии и ее конечным использованием, и с другой стороны - от возможности применения альтернативных источников энергии.

Существует три класса источников первичной энергии:

1. ископаемое топливо;
2. атомная энергия;
3. энергия солнца.

Источниками первичной энергией являются также каменный уголь, нефть, природный газ, природный уран. В качестве источника первичной энергии также можно рассматривать воду, падающую через плотину. Иногда первичная энергия может выступать в роли конечной энергии, то есть энергии, непосредственно обеспечивающей энергетические нужды потребителя. Одним из источников такой энергии, является природный газ.

Следует отметить, что использование ископаемого топлива для производства первичной энергии возможно и приемлемо только в том случае, если технологии его переработки и использования постоянно совершенствуются. Это подразумевает уменьшение выбросов соединений серы в летучих газах, а также сокращение выбросов окислов азота, тяжелых металлов и CO_2 при использовании ископаемого топлива.

Основным источником энергии для всего живого на Земле является энергия Солнца. До поверхности нашей планеты доходит количество солнечной энергии, равное 100 000 ТВт ($1 \text{ ТВт} = 1 \times 10^{12} \text{ Вт}$). Эта энергия поглощается биомассой или преобразовывается в энергию ветра, гидроэнергию, волновую и энергию приливов-отливов. Подсчитано, что на нужды мирового хозяйства требуется 10 ТВт энергии. Следовательно, общий объем возобновимых источников энергии огромен.

В большинстве случаев первичная энергия преобразуется во вторичную энергию. Примерами источников вторичной энергии служат электричество и бензин.

Способы преобразования первичной энергии во вторичную могут быть разными. В одном случае она может преобразовываться на тепловых электростанциях (энергия падающей воды превращается в электрическую), и нефтеперерабатывающих предприятиях, где нефть преобразуется в более

удобные виды энергии - бензин, керосин, дизельное топливо, лигроин. В другом случае это может быть атомная электростанция, где используется энергия расщепленного ядра. Необходимо помнить, что при любом преобразовании первичной энергии во вторичную происходят ее потери, так же как и при доставке энергии потребителю.

Вторичная энергия в форме конечной энергии используется человеком в свечении электрической лампочки, работе кофемолки, компьютера или мотора.

Последний этап, - превращение конечной энергии в полезную, т.е. в энергию, которая фактически переходит в продукцию или используется в обслуживании.

В настоящее время на каждого из живущих на земле людей приходится около 3 кВт энергии. Для сравнения: электрокамин с одной спиралью обычно потребляет 1 кВт. Однако это потребление энергии неодинаково в различных районах мира. Наиболее высоко оно в странах Северной Америки и Европы. В развивающихся странах потребление энергии составляет около 500 Вт (1 кВт = 1000 Вт), а промышленно неразвитые страны живут на уровне потребления менее 100 Вт на человека.

По прогнозам ученых, к 2015 году мировое потребление электроэнергии возрастет до 361 гигаватт (350 гигаватт в 2000 году), а к 2020 году уменьшится до 359 гигаватт, благодаря широкому применению современных энергосберегающих технологий. Несмотря на то, что будет активно развиваться, так называемая, «альтернативная энергетика», использующая энергию ветра, солнца, биомассы и т.д., стоимость экологически чистой электроэнергии будет оставаться крайне высокой, и «удельный вес» этого вида энергетики в общемировой энергетической системе не возрастет, а даже несколько уменьшится. Европейские страны будут делать упор на развитие ветровых электростанций, а США - на геотермальные источники энергии. Гидроэлектростанции будут ежегодно увеличивать производство электричества на 2,1%. Крупнейшие гидроэлектростанции будут построены в Китае, Индии, Малайзии и Вьетнаме.

Основным источником энергии в современном мире является ископаемое органическое топливо. Оно состоит из остатков растений, произраставших в доисторическую эпоху. Энергия ископаемого топлива заключена в химических связях, которые образовались под воздействием энергии Солнца растениями прошлых эпох при посредстве реакции фотосинтеза. Ископаемое топливо - это главным образом углерод в сочетании с другими элементами.

Одной из характерных черт современного этапа научно-технического прогресса является возрастающий спрос на все виды энергии. Важным топливно-энергетическим ресурсом является природный газ. До настоящего времени было использовано примерно около 40% известных его запасов. Согласно подсчетам - энергоэквивалент подтвержденных запасов газа составляет примерно 2/3 запасов нефти. Затраты на его добычу и транспортировку ниже, чем для твердых видов топлива. Являясь прекрасным топливом (калорийность его на 10% выше мазута, в 1,5 раза выше угля и в 2,5 раза выше искусственного

газа), он отличается также высокой отдачей тепла в разных установках. Газ используется в печах, требующих точного регулирования температуры; он мало дает отходов и дыма, загрязняющих воздух. Широкое применение природного газа в металлургии, при производстве цемента и в других отраслях промышленности позволило поднять на более высокий технический уровень работу промышленных предприятий и увеличить объем продукции, получаемой с единицы площади технологических установок.

Объемы потребления природного газа будут расти наиболее быстро. Ежегодно они будут возрастать на 3,2%, вдвое быстрее, чем потребление угля. В 2020 году мировое потребление газа увеличится вдвое по сравнению с 1999 годом и составит примерно 80 трлн. куб. метров. В основном, газ будет использоваться для производства электроэнергии.

Газ является более «чистым» видом топлива по сравнению с углем и нефтью и поэтому будет особенно широко использоваться индустриально развитыми странами, заинтересованными сокращать выброс вредных веществ в атмосферу.

Поскольку в настоящее время нефти потребляется примерно в 2,5 раза больше, чем газа, то последнего должно хватить на значительно больший период времени. Прогнозируется, что максимальный уровень мировой добычи газа будет достигнут в 2030 г.

До недавнего времени основным источником ископаемой энергии был уголь. Его образно называют «похороненным солнечным светом». Подавляющая часть угля образовалась 210-280 млн. лет назад в так называемый каменноугольный период, когда происходило химическое преобразование гигантских масс отмерших трав и деревьев. Пятьдесят лет назад уголь обеспечивал почти все энергетические потребности человечества. Его залежи сосредоточены в основном в странах бывшего СССР, США и Китая. Здесь сосредоточено около 88% известных запасов угля. Считается, что в настоящее время запасы угля в четыре раза превышают количество уже добытого сырья. Подсчитано, что мировые залежи каменного угля обладают энергетическим потенциалом, в 25 раз превосходящим нефтяной. Сейчас уголь покрывает мировые потребности в энергии примерно на 30%. Если предположить, что человечество откажется от всех других источников энергии и будет использовать только каменный уголь, то его хватит еще примерно на 200 лет.

За последние три десятилетия существенно изменилась структура потребления угля в связи с вытеснением его нефтепродуктами и газом. Сократилось потребление угля в железнодорожном, морском и речном транспорте, а также в бытовом секторе. Более 56% потребления угля приходится на тепловые электростанции. Крупные потребители угля — коксохимические предприятия. Доля их в общем потреблении за последние годы почти не изменилась, хотя производство чугуна заметно увеличилось. Это обусловлено внедрением новых способов выплавки чугуна и стали, строительством крупных доменных печей, вызвавших снижение удельного потребления кокса. На снижение удельного расхода кокса влияет не только использование топливных реагентов (природного газа), но и обогащение доменного дутья кислородом,

улучшение качества исходного сырья путем повышения содержания железа в руде и т. п. Одним из главных путей расширения использования угля является использование его как сырья для производства синтетического жидкого и газообразного топлива для химической промышленности.

Потребление угля будет увеличиваться примерно на 1,7% ежегодно и в 2020 году достигнет 2 млрд. тонн. Его потребление снизится в Европе и странах бывшего СССР, где на смену угольным постепенно придут газовые электростанции. Потребление угля будет возрастать в США и Канаде, Австралии, Южной Корее и Японии, на Ближнем Востоке и особенно в развивающихся странах. Особенно серьезно потребление этого вида топлива увеличится в Китае и Индии.

По мнению специалистов, в будущем широкое применение угля будет связано с его газификацией - получением топлива в виде синтетического метана и синтетической нефти. Это в значительной мере повысит конкурентоспособность угля как заменителя нефти и природного газа.

Наилучшим видом ископаемого топлива является нефть, на долю которой приходится 63%. Однако ее запасы постепенно уменьшаются. В настоящее время в мире уже использована треть известных и доступных для добычи запасов нефти, а в США - половина.

В настоящее время в связи с ростом энергопотребления, выработанностью легкодоступных месторождений нефти, ограниченностью ее запасов в земной коре, угрозой ее исчерпания, а также более эффективным использованием нефти как сырья в химической промышленности возникла проблема ускорения развития других отраслей топливно-энергетического комплекса как в целом по стране, так и по отдельным регионам.

Еще одним источником энергии являются горючие сланцы и битуминозные пески. Добываемая нефть может представлять собой не жидкость, а довольно вязкую массу. В этом случае порода именуется битуминозным песком. Если же нефть смешана с мелкими частицами, которые лишают ее текучести, то такая порода носит название горючих сланцев. Месторождения горючих сланцев преимущественно сосредоточены в Северной Америке (70%) и в Латинской Америке (25%), битуминозных песков - в Канаде, Южной Америке, Сибири и Нигерии. Их запасы приближаются к запасам природного газа. Получаемое из них топливо сравнительно дорогое, поскольку и сланцы, и пески требуют предварительной термической обработки. Прогнозируется, что максимум добычи этого ископаемого топлива будет приходиться на 2010 г.

В настоящее время мировым лидером в области производства и потребления энергии являются США. При этом, США потребляют на 35% меньше энергии, чем производят. По объемам потребления энергии за США следуют Китай, Россия, Япония, Германия, Канада, Индия, Франция, Великобритания, Бразилия. По объемам производства: Россия, Китай, Саудовская Аравия, Канада, Великобритания, Иран, Норвегия, Индия, Мексика.

Экономия топливно-энергетических ресурсов в настоящее время становится одним из важнейших направлений перевода экономики на путь интенсивного

развития и рационального природопользования. Значительные возможности экономии минеральных топливно-энергетических ресурсов имеются при использовании энергетических ресурсов. Так, на стадии обогащения и преобразования энергоресурсов теряется до 3% энергии. В настоящее время 4/5 всего количества электроэнергии в стране производится тепловыми электростанциями, которые работают главным образом на угле. На ТЭС при выработке электроэнергии полезно используется лишь 30—40% тепловой энергии, остальная часть рассеивается в окружающей среде с дымовыми газами, подогретой водой.

Немаловажное значение в экономии минеральных топливно-энергетических ресурсов играет снижение удельного расхода топлива на производство электроэнергии.

Таким образом, основными направлениями экономии энергоресурсов являются: совершенствование технологических процессов, совершенствование оборудования, снижение прямых потерь топливно-энергетических ресурсов, структурные изменения в технологии производства, структурные изменения в производимой продукции, улучшение качества топлива и энергии, организационно-технические мероприятия. Проведение этих мероприятий вызывается не только необходимостью экономии энергетических ресурсов, но и важностью учета вопросов охраны окружающей среды при решении энергетических проблем.

ГИДРО- И ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Любые крупные энергетические объекты в значительной мере оказывают влияние на окружающую среду.

Из всех источников энергии в настоящее время только гидроэнергетика вносит существенный вклад во всемирное производство электроэнергии (21%). О ней часто говорят как об экологически чистом способе производства электроэнергии. Преимущества гидроэлектростанций очевидны - это постоянно возобновляемый самой природой запас энергии, простота эксплуатации, отсутствие загрязнения окружающей среды. Да и опыт постройки и эксплуатации водяных колес мог бы оказать немалую помощь гидроэнергетикам. Однако постройка плотины крупной гидроэлектростанции является задачей куда более сложной, чем постройка небольшой запруды для вращения мельничного колеса. Чтобы привести во вращение мощные гидротурбины, нужно накопить за плотиной огромный запас воды. Для постройки плотины требуется уложить такое кол-во материалов, что объем гигантских египетских пирамид по сравнению с ним покажется ничтожным.

Настораживает и тот факт, что при строительстве гидроэлектростанций возникает необходимость затопления обширных площадей, обжитых человеком или представляющих собой естественные природные комплексы. Обычно возле гидроэлектростанций имеются водохранилища, занимающие различные (но значительные) площади. В связи с этим по берегам водохранилищ наблюдается

дополнительное давление на грунт, фильтрация воды в берега и дно, переформирование берегов, а сама вода в водохранилище обычно имеет повышенную температуру. Подтопление территории, прилегающей к гидроэлектростанции приводит к тому, что уровень воды поднимается выше критического. Следствием этого является обычно гибель древесной растительности и размокание грунтов. Ученые приводят данные, согласно которым площадь земель, затопленных при строительстве гидроэлектростанций на территории бывшего СССР, примерно равна площади всей Франции!

Строительство равнинных ГЭС полностью нарушает жизнь экосистемы реки. На дне водоемов накапливаются тысячи тонн (как правило, ядовитых за счет промышленных и бытовых стоков в реки) осадков. Это практически навсегда выводит территорию из дальнейшего использования даже в случае, если водохранилище будет спущено. Ликвидация таких водохранилищ затруднена также тем, что современные суда приспособлены к большим глубинам, чем в реках с незарегулированным стоком, и замена их на суда с меньшей осадкой будет стоить огромных денег, потребует дополнительного строительства железных и шоссейных дорог.

ГЭС на горных реках удобны тем, что не связаны с затоплением больших территорий, но они могут быть опасны из-за довольно высокой вероятности катастроф ввиду сейсмической нестабильности этих районов. Землетрясения приводят к огромным жертвам. Так, в Италии в Вайоне в 1993 г. при прорыве плотины погибли 2118 человек, а в Индии от прорыва плотины Гуджерат — 16 тыс. человек.

По современным представлениям, у крупных ГЭС нет перспектив. Строительство ГЭС имеет смысл лишь в ограниченных масштабах, на малых реках или же на больших, но при особом варианте свободнопроточных ГЭС мощностью от нескольких десятков до нескольких сотен Вт, позволяющем обходиться без строительства плотин.

Крупные гидроэнергетические сооружения часто несут в себе опасность крупных катастроф. К таким катастрофам можно отнести аварию в 1979 г. на плотине в Морви (Индия), которая унесла около 15 тыс. жизней. В 1963 году авария плотины в Вайонте (Италия) привела к гибели 3 тыс. человек.

Самые крупные гидроэлектростанции мира построены в Венесуэле (плотина Гури, 10 млн. кВт, что соответствует 10 средним АЭС), в Бразилии на реке Парана (ГЭС «Итайпу», 12,6 млн. кВт). В Китае начато строительство ГЭС мощностью 13 млн. кВт. Крупные ГЭС преобладают в России. Пример — каскады ГЭС на Волге и реках Сибири (Шушенская, Ангарская, Братская, Красноярская и др.).

Значительными загрязнителями окружающей среды являются тепловые электростанции. Нефть и уголь, сжигаемые на современных тепловых электростанциях, стали причиной выпадения кислотных дождей, серьезно влияющих на состояние окружающей среды. Современная теплоэлектростанция мощностью 2,4 млн. кВт расходует до 20 тыс. т угля в сутки и выбрасывает за

это время в воздух 680 т SO_2 и SO_3 , а также 120-140 т твердых частиц (зола, пыль, сажа), 200 т оксидов азота.

Перевод установок на жидкое топливо (мазут) снижает выбросы золы, но практически не уменьшает количество оксидов азота и серы.

В целом использование любых органических видов топлива чревато разрушительными экологическими последствиями. Происходит газопылевое загрязнение атмосферы, почвы, растительности, поверхностных и подземных вод. Создание прудов-охладителей приводит к изменению микроклимата. В промышленных районах pH атмосферных осадков снижается до 2-4. Газопылевые выбросы содержат большое количество цинка, свинца, ртути, никеля и других токсичных элементов.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Из всех вмешательств человека в природу наиболее широкомасштабным и опасным можно считать применение реакции деления ядра. Ионизирующая радиация стала одним из самых серьезных факторов загрязнения окружающей среды.

В настоящее время в мире эксплуатируется 470 энергоблоков в 25 странах (по состоянию на 1.12.1998), из которых 230 находятся в Восточной и Западной Европе. В стадии строительства до 1986 г. находилось примерно 200 реакторов. Катастрофа на ЧАЭС внесла свои коррективы в прогноз роста мощностей АЭС. Тем не менее развитие ядерной энергетики продолжается.

Чтобы получать то количество энергии, которое сейчас производят атомные электростанции, используя уголь и нефть, потребовалось бы дополнительное количество угля, равное тому, что ныне используют в США, или дополнительное количество нефти, равное тому, что добывают в Саудовской Аравии. Самая высокая доля ядерной энергетики принадлежит Франции - более 70%, в Бельгии она составляет 66%, в Швеции - 50%, в Финляндии - 37%, в Великобритании и США - 18%, в Японии - 29%, в Южной Корее - 53%, в Венгрии - 39%, в бывшем СССР - около 11%.

По вопросу целесообразности и безопасности ядерной энергии существовали и существуют противоречивые мнения. Одна из точек зрения состоит в том, что если сравнивать ее с другими способами производства электроэнергии, она якобы является одним из наиболее чистых источников энергии. Такой взгляд господствовал во времена, предшествовавшие крупнейшей экологической катастрофе современности - аварии на Чернобыльской АЭС. Тогда ученые-теоретики с полной серьезностью утверждали, что шансы погибнуть в автодорожном происшествии равны 1 : 4000 в год, а вероятность серьезной аварии ядерной установки равна 1 : 5 000 000 000 в год. Считалось, что серьезная авария ядерной установки в тысячу раз менее вероятна, чем сильное землетрясение или прорыв крупной плотины.

В настоящее время уже никто не рискует делать такие благодушные заявления, поскольку стало ясно, какой опасный ядерный джин был выпущен из черновыльскай бутылки. Действительно, задымление воздуха - это мелочь по сравнению с загрязнением воздуха, воды и почвы ионизирующей радиацией. Радиоактивное загрязнение не идет ни в какое сравнение с тем, с чем ранее сталкивалось человечество.

Даже если атомные электростанции будут работать в безаварийном режиме, существует еще одна опасность, угрожающая роду человеческому. Это радиоактивные отходы. В отличие от прочих загрязнителей, методов устранения радиоактивности в настоящее время не существует, как и способов контролирования радиоактивных отходов. Все, что предложено до сих пор, дает человечеству лишь ничтожную надежду, что когда-нибудь позже вопрос утилизации радиоактивных отходов будет решен. Таким образом, мы взваливаем на плечи грядущего поколения задачу, решения которой не знаем сами.

Каждый 1000-мегаваттный реактор содержит столько радиоактивного материала, сколько его выпало бы после взрыва тысячи бомб, эквивалентных хиросимской. Каждый реактор ежегодно производит тонны радиоактивных отходов, которые остаются опасными в течение более чем 500 тыс. лет. Атомная электростанция мощностью 1000 МВт производит около 200 килограмм отходов в год. Умножив эту цифру на число действующих в мире АЭС, мы получим 70 т отходов в год с периодом полураспада в 24300 лет. Это означает, что отходы будут представлять угрозу для здоровья людей еще полмиллиона лет в течение жизни 16 тыс. поколений.

Дата 26 апреля 1986 года стала черным днем для Республики Беларусь. В этот день, в 1 час 23 минуты, произошла катастрофа. В результате двух последовательных взрывов произошло разрушение крыши здания четвертого блока. В атмосферу были выброшены продукты распада и большое количество уранового топлива. Более тяжелые частицы оседали непосредственно около станции, а более легкие унесло радиоактивное облако, которое вскоре достигло стран Западной Европы, Атлантики, Ближнего Востока и Японии. Более четырех миллионов человек Беларуси, России и Украины пострадали от последствий катастрофы, причем наиболее пострадала от Чернобыльской катастрофы Беларусь.

Около четверти республики оказалось загрязненной радионуклидами. Территория зоны отчуждения имеет площадь около 170 тыс. Га и входит в состав созданного Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, общая площадь которого составляет 215,5 тыс.га. Зона отселения занимает площадь 450 тыс.га и охватывает территории, в основном, в Гомельской и Могилевской областях.

На этой территории проживают почти 2 млн. человек, которые подвергаются повышенной канцерогенной и мутагенной опасности. Здесь осложнено, а подчас и невозможно получение соответствующей международным нормам сельскохозяйственной продукции. Практически у всех

жителей республики имеет место радиофобия, выражающаяся в чувстве повышенной опасности в связи с питанием загрязненными продуктами.

Следует отметить, что при взрыве атомной бомбы мощностью 20 Кт над Хиросимой было выброшено 740 г радиоактивных веществ, в то время как при аварии на ЧАЭС - 63 кг! По мнению некоторых ученых общая оценка количества выброшенной радиации во время аварии на ЧАЭС сравнимо с полным количеством радиации от всех испытаний атомного оружия в атмосфере.

Все эти факторы заставили пересмотреть планы о строительстве ядерной электростанции под Минском, а также принять статус безъядерного государства. Казалось бы, обеспокоенность населения в ближайшем и отдаленном будущем должна быть значительно уменьшена. Однако нельзя сбрасывать со счетов, что Беларусь находится в кольце атомных станций, среди которых, кроме печально известной Чернобыльской (ближайшее расстояние до границы Беларуси - 12 км) Игналинская АЭС (Литовская республика; ближайшее расстояние - 4 км), Смоленская АЭС (Россия; 80 км), Ровенская АЭС (Украина; 70 км).

Таким образом, жители Беларуси ничем не застрахованы, случись на какой-то из этих станций авария вроде Чернобыльской.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Альтернативные источники энергии - это ветер, солнце, приливы и отливы, биомасса, геотермальная энергия Земли.

Ветряные мельницы давно зарекомендовали себя в качестве альтернативного источника энергии. Однако они эффективны и экономичны только для мелкого пользователя. К сожалению, энергия ветра пока еще не в состоянии давать электроэнергию в достаточных количествах. Солнечная и ветровая энергетика имеет серьезный недостаток - временную нестабильность именно в тот момент, когда она особенно нужна. В связи с этим необходимы системы хранения энергии, чтобы потребление ее могло быть возможно в любое время, но экономически зрелой технологии создания таких систем пока нет.

Первые ветряные электрогенераторы были разработаны еще в 90-х годах XIX в. в Дании, а уже к 1910 году в этой стране было построено несколько сот мелких установок. Еще через пару лет датская промышленность получала от ветряных генераторов четверть необходимой ей электроэнергии. Их общая мощность составила 150–200 мегаватт.

В 1982 году на китайском рынке было продано 1280 ветряных турбин, а в 1986-м – 11000 таких установок, что позволило обеспечить электричеством те районы, в которых раньше его никогда не было.

Ныне живущее поколение еще помнит, как по необъятным просторам России стояли бесчисленные ветряки на взгорьях и холмах, а по малым рекам, ручьям и даже арыкам – столь же многочисленные водяные мельницы, толчеи, крупорушки, маслобойки, лесопилки и т.п.

В начале XX века было учтено 250 тысяч крестьянских ветряных мельниц мощностью до 1 миллиона киловатт. Они перемалывали 2,5 миллиарда пудов зерна на месте, без дальних перевозок. К сожалению, в результате бездумного отношения к природным ресурсам, в 40-х годах прошлого века на территории бывшего СССР была порушена основная часть ветряных и водяных двигателей, а к 50-м они почти совсем исчезли как энергетическая техника «отсталого исторического прошлого».

В настоящее время солнечную энергию используют в некоторых странах в основном для отопления, а для производства энергии - лишь в незначительных масштабах. Между тем, мощность солнечного излучения, достигающего Земли, составляет 2×10^{17} Вт, что более чем в 30 тыс. раз превышает сегодняшний уровень энергопотребления человечества.

Различают два основных варианта использования энергии солнца: физический и биологический. При физическом варианте энергия аккумулируется солнечными коллекторами, солнечными элементами на полупроводниках или концентрируется системой зеркал.

При биологическом варианте используется солнечная энергия, накопленная в процессе фотосинтеза в органическом веществе растений (обычно в древесине). Этот вариант используется в странах с определенной долей лесистости. Например, Австрия планирует в ближайшие годы получать от сжигания древесины до 1/3 необходимой ей электроэнергии. Для этих же целей в Великобритании планируется засадить лесом около 1 млн. га земель, непригодных для сельскохозяйственного использования. Высаживаются быстрорастущие породы, такие, как тополь, срезку которого производят уже через 3 года после посадки (высота деревьев около 4 м, диаметр стволиков больше 6 см).

Проблема использования нетрадиционных источников энергии в последнее время особенно актуальна. Это, несомненно, выгодно, хотя подобные технологии и требуют значительных затрат. Один из примеров создания такой технологии - сооружение солнечной электростанции в калифорнийской пустыне. В 1996 г. там была построена высокая башня, заполненная тоннами соли. На ее крыше установлены 1900 солнечных батарей. Днем электростанция «питается» непосредственно от солнца, а в вечернее время, после его захода, соль, разогретая за день с помощью солнечных батарей до температуры 500°C , доводит до кипения воду, а последняя, превращаясь в пар, раскручивает турбины. Это первая в мире солнечная электростанция - прообраз будущих подобных электростанций, способных вырабатывать и хранить электроэнергию.

Подобные установки перспективны для регионов с постоянным снабжением солнечной энергией и в первую очередь густонаселенных стран третьего мира, таких, как Китай, Индия, где потребление энергии ежегодно возрастает на 10%. На вершинах Гималаев солнечные батареи заряжают никель-кадмиевые аккумуляторы альпинистов. В пустынях Египта они питают ирригационные насосы, а в отдаленных районах Австралии – электрические ограждения для овец. В домах японских крестьян они греют воду и дают электроток.

В феврале 1983 года американская фирма «Арка Солар» начала эксплуатировать первую в мире солнечную электростанцию мощностью 1 мегаватт. Возведение таких электростанций в настоящее время - удовольствие дорогое. Сооружение электростанции, способной обеспечить электроэнергией около 10 тыс. бытовых потребителей (мощность - около 10 МВт), обойдется в 190 млн. долларов США. Это в четыре раза больше, нежели расходы на сооружение ТЭС, работающей на твердом топливе, и соответственно в три и раза больше, чем строительство гидроэлектростанции и АЭС. Тем не менее эксперты по использованию солнечной энергии уверены, что с развитием технологии использования энергии солнца цены на нее значительно снизятся.

Будущее энергетики - за ветряной и солнечной энергией. В 1995 г. в Индии приступили к осуществлению широкой программы по выработке энергии с помощью ветра. В США мощность ветряных электростанций составляет 1654 МВт, в Европейском Союзе - 2534 МВт, из них 1000 МВт вырабатывается в Германии. В настоящее время наибольшего развития ветроэнергетика достигла в Германии, Англии, Голландии, Дании, США (только в штате Калифорния 15 тыс. ветряков). Энергия, получаемая с помощью ветра, может постоянно возобновляться. Ветряные станции не загрязняют окружающую среду. С помощью ветряной энергии можно электрифицировать самые отдаленные уголки Земного шара. К примеру, 1600 жителей острова Дезират в Гваделупе пользуются электричеством, которое вырабатывают двадцать ветряных генераторов.

Как еще можно получать энергию, не загрязняя окружающую среду?

12 июля 1799 года отец и сын Жерары из Парижа подали первый в мире патент на проект использования энергии волн. Судьба проекта неизвестна. Идея заключалась в том, чтобы построить гигантский рычаг с точками опоры на берегу и телом корабля на конце рычага, находящегося в море. Когда тело поднимается и опускается на большую или меньшую высоту, соответствующую амплитуде волн, береговое плечо рычага,двигающееся вверх-вниз, можно присоединить к мельницам, кузнечным молотам. Патент был обнаружен и переведен на английский язык Алленом Е. Хидденом, инженером Королевского университета в Белфасте, разработавшим новый тип турбин. Идея изобретения принадлежит профессору А. Уэллсу, и турбина названа его именем.

Прошло немало времени, прежде чем инженерная техника и научный взгляд на природу волн приблизились к тому, чтобы считать волновую энергетику практической возможностью.

Для использования энергии приливов и отливов обычно строят приливные электростанции в устьях рек либо непосредственно на морском берегу. Конструкция такой станции примерно следующая. В обычном портовом волноломе оставляются отверстия, куда свободно поступает вода. Каждая волна повышает уровень воды, а вместе с тем и давление остающегося в отверстиях воздуха. «Выдавливаемый» наружу через верхнее отверстие воздух приводит в движение турбину. С уходом волны возникает обратное движение воздуха, который стремится заполнить вакуум, и турбина получает новый импульс к

вращению. Согласно оценкам специалистов, такие приливные электростанции могут использовать до 45% приливной энергии.

В настоящее время имеются проекты устройств, разработанные разными учеными и техническими коллективами.

В конце 1973 года Стефан Солтер, инженер из Эдинбургского университета, сконструировал связку легкокачающихся поплавков удлиненной конической формы, насаженных со стороны утолщенной части один за другим на общий опорный вал. Их называли «утками Солтера». Подвижная верхушка—«клюв» поплавок — наклоняется вверх-вниз, ныряет на волне, в то время как опорный вал должен поворачиваться возможно меньше, чтобы улавливалась значительная часть волновой энергии. Колеблющиеся клювы приводят в движение центробежные насосы, которые, в свою очередь, дают энергию генератору.

Другой проект назван «затвором Рассела». Он создан Уоллингфордской гидрологической исследовательской станцией в Оксфордшире, где официально зарегистрирован как Гис-выпрямитель. Это силовая станция, стоящая на морском дне в отличие от плавучих сооружений.

Ист-Колбрайдская национальная инженерная лаборатория вблизи Глазго (Шотландия) предложила использовать открытую снизу емкость типа перевернутого бака с отверстиями наверху и с воздушной прослойкой над ватерлинией. Поднимаясь или падая, волна соответственно выталкивает или всасывает воздух внутрь емкости через отверстия. Колебания столба воздуха приводят в движение турбину, соединенную с генератором. Это изобретение принадлежит японскому морскому офицеру и носит название «Столб Масуди».

Сооружение, известное как плот Коккереля, представляет, шарнирную цепочку понтонов. Поворачиваясь в шарнирах, понтоны толкают вперед и назад рычаги и двигают поршни гидравлических насосов, которые, перекачивая жидкость, приводят в действие гидравлический мотор. Мотор вращает генератор, вырабатывающий электричество.

Но по мере изучения проектов становится очевидным, что каждому типу устройств отвечает свое местоположение в море. «Утка Солтера» должна, по-видимому, встречать бурные волны за Гебридами, плот Коккереля может функционировать в средней части моря, Гис-выпрямитель — в прибрежной зоне и воспринимать притихшие, менее продуктивные волны.

Итак, волновая энергия представляется довольно обещающей формой из новых энергоисточников. Например, на каждый метр волнового фронта, окружающего Британию со стороны Северной Атлантики, в среднем за год приходится мощность 80 киловатт. Это составит средний годовой потенциал 120 000 гегаватт вдоль Британского побережья Атлантики. Неизбежны существенные потери при переработке и передаче этой энергии, и реально, по-видимому, лишь третья часть ее может поступать в сеть. Тем не менее оставшаяся часть составит объем, достаточный, чтобы обеспечить всю Британию электричеством на уровне существующей нормы потребления.

Биогаз представляет собой смесь горючего газа, метана (60-70 %), и негорючего углекислого газа. В нем обычно бывает немного примесей —

сероводород, водород, кислород, азот. Образуется биогаз в результате анаэробного (бескислородного) разложения органики. Этот процесс в природе можно наблюдать на низинных болотах. Многие нередко замечали воздушные пузырьки, поднимающиеся со дна заболоченных участков. Это и есть биогаз – метан и его производные, образующийся при гниении и разложении растительных остатков.

Процесс получения биогаза можно разделить на два этапа. Вначале усилиями анаэробных бактерий из углеводов, белков и жиров образуется набор органических и неорганических веществ: кислоты (масляная, пропионовая, уксусная), водород, углекислота или водородная фаза. На втором этапе брожения (щелочном или метановом) в работу включаются метановые бактерии, коорые разрушают органические кислоты с выделением метана, углекислого газа, небольшого количества водорода.

В зависимости от химического состава сырья при сбраживании выделяется от 5 до 15 кубометров газа на кубометр перерабатываемой органики.

Биогаз можно сжигать для отопления домов, сушки зерна, использовать в качестве горючего для автомобилей и тракторов. По своему составу биогаз мало отличается от природного газа. Кроме того, в процессе получения биогаза остается остаток брожения (примерно половина органических веществ). Его можно брикетировать и получать твердое топливо. Однако, такое использование осадка в хозяйственном отношении не совсем рационально. Эффективнее остаток брожения использовать в качестве прекрасного удобрения.

Свежий навоз животных и фекалии человека, используемые как удобрения, на полях выделяют без всякой видимой пользы значительное количество метана и других горючих летучих веществ. Эти вещества в значительной мере теряются и при высушивании кизяков. А что если навоз и фекалии собирать в замкнутом пространстве и получать горючий биогаз как топливо? Именно так и поступили. Одна единица крупного рогатого скота при переработке навоза может давать ежедневно около 2 кубических метров биогаза. Один кубический метр биогаза соответствует 1 литру жидкого газа или 0,5 литра высококачественного бензина. Значит, в принципе одна корова может дать семье не только молоко, но и энергию для приготовления пищи. Но это только принцип. Для того чтобы оплатить установку для получения биогаза, нужны деньги, которых одна семья, как правило, не имеет. А для того чтобы эта установка была рентабельной в эксплуатации при простейшем устройстве, требуется определенный объем ее продукции. Для всего этого необходимо объединение нескольких семей, а иногда и поселка в целом. Технолого-экономический минимум составляют 20 коров или других единиц крупного рогатого скота. Их могут заменить 200 свиней или 3500 кур. И конечно, необходимо участие всех объединившихся жителей поселка.

Поскольку сбраживание навоза и других растительной органики идет при температуре 50-55° С не менее девяти часов, значительная доля болезнетворных микроорганизмов и гельминтов (паразитических червей) гибнет и осадок получается обеззараженным. Он содержит все, что есть в комплексных

минеральных удобрений – и азот, и фосфор, и калий, плюс микроэлементы, которых чаще всего минеральные удобрения лишены. Использование такого удобрения идеально для ведения сельского хозяйства. Причем, этот идеал достигается без затрат какой-либо энергии, а наоборот, с энергетическими приобретениями. Итак, получение биогаза дает технологическую выгоду – уничтожение отходов, и энергетическую выгоду – получение дешевого горючего.

Опыт, накопленный в Индии, показывает, что навоз от 10 коров дает ежедневно $1,8 \text{ м}^3$ биогаза, что эквивалентно 1,3 л бензина. Этого достаточно для приготовления пищи для четырех человек или работы стосвечевой лампочки в течение 14 часов. Кроме того, отработанный остаток является отличным удобрением, по своей ценности намного превосходящим навоз.

В Индии для получения биогаза используется около миллиона дешевых и простых установок, а в Китае их свыше 7 млн. С точки зрения экологии биогаз имеет огромные преимущества, так как он может заменить дрова и таким образом способствовать борьбе против ликвидации лесов и опустынивания. В Европе уже целый ряд установок по очистке городских сточных вод удовлетворяют все свои энергетические потребности за счет производимого ими биогаза.

Еще одним альтернативным источником энергии является различное сельскохозяйственное сырье – сахарный тростник, сахарная свекла, картофель, топинамбур и др. Из него методом ферментации в некоторых странах производят жидкое топливо, в частности этанол. Так, в Бразилии растительную массу преобразуют в этиловый спирт в таких количествах, что она уже удовлетворяет большую часть своих потребностей в автомобильном топливе. Сырье, необходимое для организации массового производства этанола – это в основном сахарный тростник. Сахарный тростник активно участвует в процессе фотосинтеза и производит больше энергии на каждый гектар обрабатываемой площади, чем другие культуры. В настоящее время его производство в Бразилии составляет 8,4 млн.т, что соответствует 5,6 млн.т бензина самого высокого качества. В США уже в течение нескольких лет производится «биохол» – горючее для автомобилей, содержащее 10% этанола, полученного из кукурузы.

Тепловую или электрическую энергию можно добывать за счет тепла земных глубин. Это также один из вариантов нетрадиционной энергетики. Экономически эффективна геотермальная энергетика в районах, где горячие воды приближены к поверхности земной коры — в районах активной вулканической деятельности с многочисленными гейзерами (Камчатка, Курилы, острова Японского архипелага). В отличие от других первичных источников энергии носители геотермальной энергии невозможно транспортировать на расстояние, превышающее несколько километров; их приходится использовать на месте. Поэтому земное тепло – это типично локальный источник энергии. Именно по этой причине работы, связанные с его эксплуатацией (разведка, подготовка буровых площадок, бурение, испытание скважин, забор жидкости, получение энергии, подпитка, передача энергии, создание инфраструктур и т.д.),

ведутся, как правило, на относительно небольшом участке с учетом местных условий.

Сегодня геотермальная энергия в широких масштабах используется в США, Мексике и на Филиппинах. Доля геотермальной энергии в энергетике Филиппин 19%, Мексики — 4%, США (с учетом использования «напрямую» для отопления, т. е. без переработки в электрическую энергию) — около 1%. Суммарная энергия всех геотЭС США превышает 2 млн. кВт. Геотермальная энергия обеспечивает тепло столицу Исландии Рейкьявик. Уже в 1943 г. там были пробурены 32 скважины на глубину от 440 до 2400 м, по которым к поверхности поднимается вода с температурой от 60 до 130°C. Девять из этих скважин действует по сей день. В РФ на Камчатке действует геотЭС мощностью 11 МВт и строится еще одна, мощностью 200 МВт.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Важнейшей составляющей среды обитания человека являются те ресурсы для его жизнедеятельности, которые он получает и использует непосредственно от природы. Это главным образом - растения, животные, грибы, водоросли, бактерии, а также их совокупности — сообщества и экосистемы (леса, луга, водные экосистемы, болота и др.). К биологическим ресурсам относятся также организмы, которые окультурены человеком: культурные растения, домашние животные, использующиеся в промышленности и сельском хозяйстве штаммы бактерий и грибов.

Таким образом, **биологические ресурсы - это природные источники получения необходимых человеку материальных благ (пищи, сырья для промышленности, материала для селекции культурных растений, сельскохозяйственных животных и микроорганизмов, для рекреационного использования).** За счет способности организмов размножаться все биологические ресурсы являются возобновимыми, однако человек должен поддерживать условия, при которых возобновимость этих ресурсов будет осуществляться. При современной системе использования биологических ресурсов значительной их части угрожает уничтожение.

Главнейшими биологическими ресурсами являются ресурсы растительного и животного мира. Человек по своему эволюционному развитию неразрывно связан с живой природой. Кажущаяся его нынешняя самостоятельность от природы на самом деле является лишь следствием того, что человек в процессе эволюции вышел за пределы ее ресурсного цикла и утратил прямую связь с ней. Однако, природа прекрасно проживет и без человека, человек же без природы погибнет. Именно в этом значение природных биологических ресурсов. 100 тысяч лет назад появились первые люди, а «разумным» человек стал всего лишь каких-нибудь 10-20 тысяч лет назад. И вот за столь ничтожно малое время человек поставил нашу планету на грань выживания. Время существования теперяшней цивилизации уже начало измеряться десятилетиями. Нешадная вырубка тропических лесов со скоростью 23 га в минуту приведет к тому, что

уже через 30 лет человечество начнет ощущать нехватку кислорода. Парниковый эффект грозит нам новым всемирным потопом уже в ближайшем будущем, а истончение озонового слоя может привести к локальным экологическим катастрофам.

Биологические ресурсы - это основа жизни человечества. Это его пища, его жилище, его одежда, источник дыхания, среда его отдыха и восстановления сил. Истощение биологических ресурсов может привести к массовому голоду, а, следовательно, к непредсказуемым последствиям. Для поддержания стабильности биологических ресурсов необходима достаточно высокоразвитая база их воспроизводства. Численность человечества растет, а количество пахотной земли в мире, на которой выращивается необходимая сельскохозяйственная продукция, в расчете на душу населения уменьшается. Даже если гипотетически предположить, что общая площадь сельскохозяйственных земель не будет уменьшаться (а это не так!), то и в этом случае количество плодородной земли на душу населения будет уменьшаться в связи с ростом количества людей.

Сегодня на каждого жителя планеты, включая детей, приходится по 0,28 га плодородной земли. К 2030 году посевные площади предположительно вырастут на 5% (всего!), в то время как население земли предположительно возрастет до 8 миллиардов. Это, соответственно, приведет к сокращению количества земли на душу населения до 0,19 га, т.е. на треть меньше, чем в сегодняшнем мире, страдающем от недостатка продовольствия. Практически вся Азия и в особенности Китай будут пытаться прокормить себя из гораздо меньшего расчета площади плодородной почвы на душу населения (табл. 8).

Таблица 8. Обеспеченность землей и пашней на человека в некоторых странах мира

Страна	Землеобеспеченность, га/человек	Пашнеобеспеченность, га/человек
Австралия	45,1	2,85
Канада	37,4	1,72
Россия	11,6	0,89
Аргентина	8,6	0,77
Бразилия	5,6	0,75
США	3,8	0,40
Испания	1,3	0,34
Франция	1,0	0,32
Китай	0,8	0,11
Великобритания	0,42	0,08
Япония	0,31	0,03

Основное значение для обеспечения жизнедеятельности человека имеют ресурсы растительного и животного мира. Сюда же относятся продукты сельскохозяйственного производства. Потребность в пищевых ресурсах человек обеспечивает главным образом тем, что выращивает различные сорта

культурных растений и разводит домашних животных. Этим занимаются такие отрасли сельского хозяйства как растениеводство, включая полеводство, плодоводство, луговое хозяйство, овощеводство, бахчеводство, лесоводство, цветоводство и животноводство - звероводческий, рыбный и другие виды промысла. Именно благодаря этим отраслям человек обеспечивает себя пищей, а промышленность растительным и животным сырьем.

Значение растительных ресурсов в жизни человека состоит в том, что растения создают необходимую среду для жизни людей, служат неиссякаемым источником разнообразных пищевых продуктов, технического и лекарственного сырья, строительных материалов и т.п. Не следует забывать, что именно растения являются первичным звеном в пищевых природных цепях, а следовательно являются первичным звеном (продуценты) по отношению к животному миру (консументы).

Краткое резюме

Все то, что человек заимствует из природного окружения и использует для обеспечения своего существования носит название природные ресурсы. Природные ресурсы делятся на неисчерпаемые и исчерпаемые, а последние, в свою очередь, на возобновимые и невозобновимые. Наиболее значимым для жизнедеятельности человека является такой ресурс как пресная вода. Ни один из видов человеческой деятельности немыслим без использования энергии, особенно первичной, которая содержится в первичных природных источниках. В большинстве случаев первичная энергия преобразуется во вторичную энергию. Из всех источников энергии существенный вклад во всемирное производство электроэнергии вносит гидроэнергетика. Атомная энергетика, являющаяся наиболее чистым производителем энергии, заключает тем не менее потенциальную опасность при авариях на АЭС. К альтернативным источникам получения энергии относятся ветер, солнце, приливы и отливы, биомасса, геотермальная энергия Земли. Биологические ресурсы – это главным образом растения, животные, грибы, водоросли, бактерии, а также их совокупности — сообщества и экосистемы (леса, луга, водные экосистемы, болота и др.). Сюда можно отнести и организмы, окультуренные человеком.

Вопросы для повторения

1. Дайте общую характеристику природным ресурсам.
2. В чем опасность истощаемости природных ресурсов?
3. Какие причины привели к возникновению проблемы дефицита пресной воды?
4. Перечислите основные источники загрязнения естественных пресных вод.
5. Что такое первичная и вторичная энергия?
6. Каковы источники первичной энергии?

7. Как оценить с точки зрения экологической безопасности работу гидроэлектростанций?
8. Насколько вредна для состояния окружающей среды тепловая энергетика?
9. Каковы, по вашему, перспективы использования атомной энергетики?
10. В чем суть альтернативной энергетики?
11. Какие из альтернативных источников энергии наиболее перспективны для использования в умеренной зоне Северного полушария?
12. Перечислите главные биологические ресурсы Земного шара, используемые человеком.

Темы для докладов на семинарах

1. Современное состояние исчерпаемых ресурсов в мире.
2. Грозит ли человечеству ресурсный голод?
3. Способы использования неисчерпаемых ресурсов.
4. Использование источников первичной энергии на современном этапе развития человечества.
5. Перспективы использования атомной энергетики.
6. Обзор использования альтернативных источников энергии в мире.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Войткевич Г.В., Вронский В.А. Основы учения о биосфере: Учеб. пособие для студентов вузов. Ростов на Дону, 1996.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2003.
- Нестеренко В.Б. Масштабы и последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для Беларуси, Украины и России. – Мн., 1996.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. – М., 1986.
- Петров К.М. Общая экология: Взаимодействие общества и природы. – СПб, 1998.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. – М., 1989.
- Савченко В.К. Экология Чернобыльской катастрофы. – Мн., 1997.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб., 1997.
- Хачатуров Т.С. Экономика природопользования. - М., 1987
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн. пособие для студ. биол. спец. пед. ин-тов. - М., 1988.
- Шилов И.А. Экология: Учеб. пособие для биол. и мед. спец. вузов. - М., 1997.

Дополнительная

- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. - Ростов на Дону,

1996.

Гофман Дж. Чернобыльская авария. Радиационные последствия для настоящего и будущих поколений: Пер. с англ. - Мн., 1994.

Маврищев В.В. Основы общей экологии/ Учебное пособие для студентов небиологических специальностей вузов. – Мн., 2000.

Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.

Маглыш С.С. Общая экология: Учеб. пособие. - Гродно, 2001.

Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн., 1997.

Розанов С.И. Общая экология. – СПб.: Лань, 2001.

Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. - Киев, 1987.

Чистик О.В. Экология. – Учеб. пособие. - 2-е изд. - Мн., 2001.

ЛЕКЦИЯ 10

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

План лекции:

1. Основные принципы охраны природы и рациональное природопользование
2. Исторический обзор взглядов на проблему охраны природы
3. Охраняемые природные территории: заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы
4. Биосферные заповедники, их цели и задачи
5. Мониторинг окружающей среды.
6. Биоиндикация как метод экологического мониторинга

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

С первых шагов человека по Земле его жизнь неотделима от природной среды, дома в котором он обитает. И только природе он обязан своему существованию на планете по имени Земля. На протяжении всей своей истории человек старался познать объективные закономерности природы. Постепенно, воздействуя на нее с помощью постоянно совершенствующихся орудий и средств труда, человек преобразовывал окружающую его среду. Хозяйственная деятельность человека затрагивала и затрагивает как все природной окружение в целом, так и его отдельные элементы. Конечно, запретить всю хозяйственную деятельность невозможно и не нужно. Необходимо вести её рационально с привлечением данных экологии и других наук.

В процессе становления экологии произошло смешение понятий того, что же определяет суть этой науки в общем и всей структуры экологического цикла наук в частности. Экологию стали трактовать прежде всего как науку об охране и рациональном использовании природы. Автоматически все, что касается природного окружения, стали называть «экологией», в том числе и охрану природы и охрану окружающей человека среды.

При этом последние два понятия были искусственно смешаны, и в настоящее время рассматриваются в комплексе. Исходя из конечных целей, охрана природы и охрана окружающей среды близки между собой, но все же не идентичны.

Охрана природы нацелена на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей средой с целью его сохранения и восстановления природных ресурсов и предупреждения вредного влияния результатов хозяйственной деятельности на природу и здоровье человека.

Термин «охрана природы» стал широко употребляться различными народами в первое десятилетие XX в. Первоначально под охраной природы подразумевались усилия, предпринимаемые для сбережения отдельных видов животных и растений, находящихся под угрозой уничтожения, для сохранения ценных участков и объектов природы, создания заповедников и национальных парков. Возникновение современной концепции охраны природы, как научной теории в контексте современной европейской цивилизации датируется концом XIX - началом XX в. Свое официальное признание эта концепция получила на Первой конференции по международной охране природы в ноябре 1913 г. в Берне, созванной по инициативе швейцарского зоолога Поля Саразена.

В конференции участвовали представители 17 европейских государств - биологи и правительственные чиновники, на ней впервые была поставлена задача объединить усилия европейских стран ради охраны «представителей животного и растительного царства, особенно тех, которым грозит уничтожение». С этого момента охрана природы получила международное признание и стала фактором международной политики. По мере пополнения научных знаний о природе, развития экологии как биологической дисциплины подходы к охране природы изменялись и совершенствовались, превращаясь постепенно в самостоятельную отрасль науки.

В Уставе Международного союза охраны природы (МСОП) сказано: «Под охраной природы и природных ресурсов понимается сохранение органического мира, естественной среды, в которой живет человек, а также возобновимых природных ресурсов Земли – основного условия всякой цивилизации».

Охрана окружающей среды концентрирует свое внимание прежде всего на потребностях самого человека. Это комплекс самых различных мероприятий (административно-хозяйственных, технологических, юридических, общественных и пр.), направленных на обеспечение функционирования природных систем, необходимых для сохранения здоровья и благосостояния человека.

Природопользование направлено на удовлетворение различных потребностей человека путем рационального использования природных ресурсов и природных условий. Понятию «природопользования», определению объекта природопользования как науки, а также как сферы знаний посвящены работы российского теоретика экологии Н. Ф. Реймерса. По Реймерсу «природопользование – совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению». Природопользование «как сфера знания включает в себя элементы естественных, общественных и технических наук».

Природопользование - это совокупность воздействий человечества на географическую оболочку Земли, рассматриваемая в комплексе, совокупность всех форм эксплуатации природных ресурсов. Задачи природопользования сводятся к разработке общих принципов осуществления всякой деятельности человека, связанной либо с непосредственным использованием природой и ее ресурсами, либо с изменяющими воздействиями на нее.

Практическое применение экологического знания можно видеть, прежде всего, в ***решении вопросов природопользования***. Только экология, как наука, способна создать научную основу эксплуатации природных ресурсов. Внимание экологии направлено прежде всего на законы, лежащие в основе естественных природных процессов.

Рациональное природопользование предполагает обеспечение экономной эксплуатации природных ресурсов и условий с учетом перспективных интересов будущих поколений людей. Оно направлено на обеспечение условий существования человечества и получение материальных благ, на максимальное использование каждого природного территориального комплекса, на предотвращение или максимальное снижение возможных вредных последствий процессов производства или других видов человеческой деятельности, на поддержание и повышение продуктивности и привлекательности природы, обеспечение и регулирование экономичного освоения её ресурсов.

Под рациональным природопользованием понимается система деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий и наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей. Оно предполагает:

- обеспечение и дальнейшее улучшение существования человеческого общества;
- максимальное использование всех необходимых природных ресурсов;
- предотвращение, снижение или уничтожение вредных последствий процессов производства;
- поддержание и повышение продуктивности и привлекательности природы;
- обеспечение, регулирование экономного, научно-обоснованного использования ресурсов;
- изучение законов природы и ее компонентов в их взаимодействии.

Нерациональное природопользование сказывается в снижении качества, растрате и исчерпании природных ресурсов, подрыве восстановительных сил природы, загрязнении окружающей среды, снижении её оздоровительных и эстетических достоинств. Оно ведет к ухудшению природной среды и не обеспечивает сохранения природно-ресурсного потенциала.

Природопользование включает в себя:

- извлечение и переработку природных ресурсов, их охрану, возобновление или воспроизводство;
- использование и охрану природных условий среды жизни человека;
- сохранение, восстановление и рациональное изменение экологического равновесия природных систем;
- регуляцию воспроизводства человека и численности людей.

Охрана природы, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов - общечеловеческая задача, участвовать в решении которой должен каждый живущий на планете.

В последнее время в экологической литературе наряду с термином «природная среда» употребляется термин «окружающая среда». Окружающая среда включает в себя гармоническое сочетание естественного и преобразованного человеком мира живой и неживой природы. Окружающая среда является для человека источником материальных и духовных благ, она обеспечивает экономическое процветание и культурный прогресс всех цивилизаций.

Нобелевский лауреат этолог Н.Тинберген так сказал о взаимоотношениях человека и окружающей среды: «Мы так быстро меняем окружающую среду..., что наши генетически обусловленные поведенческие приспособления не поспевают за столь резкими преобразованиями. Не в наших силах ускорить генетическую эволюцию человека и приспособить ее к этим порой ужасающим изменениям. Наша единственная надежда - научиться управлять этой новой средой».

Но чтобы управлять окружающей средой, ее нужно знать, то есть представлять, как те или иные ее изменения отражаются на человеке и обществе, к каким последствиям ведут. И здесь на помощь приходит экология. Потребности экологии стимулировали углубление знаний о механизмах развития различных природных сред, подвергающихся непосредственному воздействию человека, - воздушного бассейна, водных ресурсов, почвенного покрова, ледников, пустынь, горных областей, лесных экосистем.

Современная экология ориентирует все науки на решение своеобразной «сверхзадачи» - поисков гармонии человека и природы, создает научные основы рационального использования природных и биологических ресурсов и охраны природы. И хотя в последнее время наблюдается некоторое смешение таких понятий, как экология, охрана природы, охрана окружающей среды и природопользование, несомненна самостоятельность экологии как фундаментальной основы всех областей природоохранного знания, конечная

цель которых - сохранение среды обитания человека, природы Земли ради здоровья и жизни людей.

Современная природоохранная деятельность ориентирована прежде всего на сохранение многообразия форм жизни на Земле. **Совокупность видов живых организмов на нашей планете создает особый фонд жизни, который называется генофондом.** Это понятие несколько шире, чем просто совокупность живых существ. Оно включает в себя не только проявившиеся, но и потенциальные наследственные задатки каждого вида. Мы еще не все знаем о перспективах использования того или иного вида. Существование какого-то организма, кажущееся сейчас ненужным, в будущем может оказаться не только полезным, но и, быть может, спасительным для человечества.

Конечно, не каждый вид растения или животного имеет сейчас практическую ценность именно. Может быть, только в будущем человек откроет в них какие-либо полезные качества. Пример тому - открытие одного ценнейшего лекарства. Кто бы мог подумать, что неприметная, да и в какой-то мере вроде бы и вредная грибная плесень из рода *Penicillium* окажется исключительно важной для рода человеческого. А ведь именно она послужила первоосновой для создания Александром Флемингом лекарства пенициллина, которое спасло миллионы человеческих жизней. Многие виды животных, как, например броненосец и белый медведь, неожиданно также оказались полезными для научных исследований как объекты экспериментов и ключ к техническим новшествам. Броненосцы - единственные живые существа, не считая человека, подверженные заболеванию проказой. Теперь они стали неоценимыми помощниками в поисках средств исцеления от этой болезни. Недавно было обнаружено, что шерсть белого медведя является исключительно эффективным поглотителем тепла. Меха белого медведя, отражая видимый свет, одновременно обладает свойством превращать в тепло до 95% попадающих на него солнечных лучей. Это дало в руки исследователям ключ к созданию материалов для изготовления более совершенной одежды, удерживающей тепло, и коллекторов солнечной энергии.

Разнообразие живой природы является основным индикатором влияния человеческой деятельности на живое окружение. С началом развития промысла крупных млекопитающих и птиц, а затем с возникновением земледелия человек вторгся в естественные, созданные природой замкнутые циклы. В каждом таком цикле любой вид живых организмов выполняет свою роль и все они находятся в неразрывной связи. Стараясь изменить природные условия, человек вступил в конфликт с силами естественной саморегуляции. Одним из результатов такого конфликта явилось снижение биологического разнообразия природных экосистем. В настоящее время число видов на Земле стремительно уменьшается.

Биологическое разнообразие в условиях усиления хозяйственной и техногенной деятельности человека зависит от степени развития научно обоснованной и эффективной сети охраняемых территорий. Для сохранения биоразнообразия видов необходимо сохранить разнообразие экосистем, и наоборот, поддержание экосистем в естественном состоянии невозможно без

сохранения их видового разнообразия. Главная проблема охраны природы в настоящее время - не защита какого-то количества видов растений или животных от угрозы исчезновения, а сочетание высокого уровня продуктивности с сохранением в биосфере широкой сети центров генетического разнообразия. Биологическое разнообразие фауны и флоры обеспечивает нормальный круговорот веществ, устойчивое функционирование экосистем. Если страны смогут решить эту важную экологическую задачу в будущем можно рассчитывать на производство новых продуктов питания, лекарственных средств, сырья для промышленности.

В «Конвенции о биологическом разнообразии», принятой 5 июня 1992 г. в качестве основной цели провозглашается «сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и совместное получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов».

Для контроля и сохранения биологического разнообразия ландшафтов умеренной природной зоны разрабатывается и внедряется комплекс относительно недорогостоящих мероприятий. Прежде всего это выделение участков, на которых сохраняются в неприкосновенности места обитания диких животных. В естественных лесах обитают более разнообразные популяции диких животных, чем в лесонасаждениях столетней давности. При вырубке лесов необходимо стремиться к сохранению отдельных деревьев самых различных видов и возрастов. Даже несколько старых омертвевших деревьев играют важную роль в сохранении отдельных видов насекомых и птиц.

Можно создать условия для обитания птиц и животных под опорами линий электропередач, в старых заброшенных карьерах, путем посадки деревьев и кустарников на крутых откосах, малопригодных для сельскохозяйственного использования, и т.д. Важно сохранять также небольшие, площадью всего несколько квадратных метров, заболоченные участки и влажные луга, которые являются местом распространения ряда видов растений.

Особые требования предъявляются к естественным и искусственным водоемам. Берега должны иметь неправильную форму и полого погружающееся дно, что, с одной стороны, содействует развитию водных растений, с другой - обеспечивает диким животным защиту и укрытие.

Все эти комплексные мероприятия могут в значительной степени содействовать сохранению флоры и фауны даже в густонаселенных районах. Так, в условиях больших городов можно создавать искусственные экосистемы, сохраняя пустыри с комплексом растений, птиц и насекомых.

Проблема сохранения биологического разнообразия живых организмов планеты в настоящее время является наиболее острой и значимой для человечества. От того, как и каким образом будет решена эта проблема, зависит возможность сохранения жизни на Земле и самого человечества как части биосферы.

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВЗГЛЯДОВ

НА ПРОБЛЕМУ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Развитие человечества проходило под знаком постоянной войны с природой, с природным окружением. Казалось в лице природы человек обрел постоянного недруга. И все мероприятия, связанные с окультуриванием природной среды называли не иначе как «завоевание» и «борьба». И вот, похоже, эта война, приближается к концу, к трагической развязке. Что же приобрел человек в результате своих «побед»? Вот уж, поистине эти победы можно назвать пирровыми.

Современное состояние природы, окружающей человека природной среды находится под угрозой. Человек может безвозвратно потерять то, что складывалось на нашей планете миллионами лет. Известный биолог-натуралист Джеральд Даррелл говорил: «Природа – это все равно, что картина Рембрандта. Если вы ее уничтожите, то уже не сможете восстановить. Если бы у вас была картина Рембрандта, вы бы стали ее уничтожать?».

Вглядываясь в прошлое, можно сказать, что истоки недружелюбного отношения к природной среде возникли на заре развития цивилизации, когда слабость человека ставилась в прямую зависимость от проявления добрых и злых сил природы. Чтобы выжить, человеку нужно было бороться с любыми проявлениями природной стихии. Отсюда сложившееся мнение, что если человек полностью зависит от природных сил и явлений, значит нужно с этим бороться, принуждать природу к подчинении ее человеку, ставить ее в зависимость от его деятельности.

В то же время, человек сознавал, что его существование непосредственно связано с теми природными ресурсами (вначале это были пищевые ресурсы), которыми он может пользоваться. И когда случались периоды истощения этих ресурсов, наши предки пытались путем введения чрезвычайных мер, направленных на ограничение потребления, исправить сложившееся положение. Именно здесь и лежат первые истоки тех деяний человека, которые мы сейчас называем охраной природы. Отсюда идея сохранения уголков нетронутой природы, которая возникла не в наше время. Сохранились сведения, что еще до нашей эры правители некоторых развитых государств принимали природоохранные законы. Имеется свидетельство, что индийский император Ашок в 242 г. до н. э. издавал указы об охране лесных массивов и охотничьей фауны.

Около 7000 г. до н.э. территории великих Шумерского и Вавилонского царств изобиловали высокопродуктивными лесами и лугами. Однако со временем искусно проложенные ирригационные каналы, обеспечившие богатство этих цивилизаций, постепенно заиливались в результате сноса и смыва почв в условиях усиливавшейся вырубki лесов и деградации пастбищ. Для расчистки оросительных каналов от ила требовалось все больше рабов и наемных рабочих.

Уже к третьему тысячелетию до нашей эры большая часть этих некогда тучных земель превратилась в бесплодные пустыни, которые и по сей день

занимают значительную часть современной территории Ирана и Ирака. Антропогенная деградация природы в сочетании с климатическими изменениями, периодическими засухами, а также серией захватнических войн в конце концов довели до гибели Шумерской и Вавилонской цивилизаций.

Жесточайшее разрушение природной среды произошло также в ряде районов Средиземноморья и Африканской Сахары, где древние, некогда великие города превратились в руины и оказались погребенными под слоем песка.

Следует отметить, что первоначально от действий человека страдали представители фауны. Это привело к тому, что в XIX-XX вв. истребление животных превратилось в настоящее бедствие. Постепенно деятельность человека переносилась и на флору. Вначале это было связано с оседлым скотоводством, которое приводило к обеднению растительных травянистых сообществ, а отчасти и лесных массивов. Так, разведение коз стало следствием уничтожения древними римлянами и эллинами лесов из жестколистного дуба и сосны. В XIII-XIV вв. в Монголии развитие овцеводства привело к тому, что монгольские овцы вытеснили тунгусов-охотников, промышлявших в тех местах. Овцы съедали траву и выпивали в мелких источниках воду, служившую пищей и питьем для диких копытных.

Затем наступил черед земледелия. Огромные площади лесов в Западной Европе были вырублены и окультурены под пашню. Так, при Карле Великом (742-814) 2/5 лесов Франции были уничтожены, а земли распаханы.

То что мы называем варварским отношением к природе началось не в наше время. Не брезговали использовать методы подавления по отношению к природе и ранние цивилизации. Примером может стать развитие Римской империи, и, в частности, ее столицы – «Вечного» Рима. Из маленькой деревни он к I в. н.э. превратился в огромный мегаполис с двухмиллионным населением, которое нужно было кормить. Для этого богатые земледельческие угодья, расположенные на месте вырубленных лесов, превращались в пастбища, где растили скот. Таким образом деградация природы шла в направлении от лесов к пашням и пастбищам. Это приводило к усиленной почвенной эрозии местных земель и разрушению естественных природных комплексов.

Чтобы обеспечить жителей города мясом, быков и свиней пригоняли с близлежащих пастбищ, и мясо тут же продавали горожанам. Накормить народ мясом было очень важно для правителей Рима. А хлеб можно было привезти из Африки, где фосфористые почвы давали в то время баснословно большие уродаи. Овощи и фрукты ввозились из Испании, вино – из Греции. Все, кроме свежего мяса, можно было привезти из соседних стран. В результате Рим превратился в город-паразит, живущий за счет завоеванных провинций, процветание которых шло за счет безобразного ограбления природы. В результате великолепные дубовые и буковые леса Италии были вырублены, склоны Аппенин поросли малопродуктивным кустарником; прекрасные субтропические леса Испании превратились в степь; в Африке богатейшие долины были выпажаны и перестали давать урожаи, плодородные местности превратились в голые каменистые пространства почти без почвенного слоя.

И все же в человеческом обществе постепенно рождались идеи охраны природы благодаря наиболее радикальным и прогрессивным взглядам отдельных ученых и представителей интеллигенции. Так, великий римский поэт эпохи Августа, Гораций, в письме патрицию Фуску Авидию говорит: «В ваших садах великолепные колоннады. Не для того ли они построены, чтобы запереть рощи и леса? Природа, которую вы гоните прочь ударами секир, которую вы гоните в двери из ваших домов, к счастью возвращается обратно через окно».

В России князь Ярослав «Мудрый» (1019-1054 гг.) ввел ограничения промысла диких зверей и птиц. Можно отметить указы царя Алексея Михайловича (1649 г.) «О сбережении заповедного леса в Рязанском уезде» и об охране животного мира.

Наиболее радикальные указы об охране природы относятся к началу XVIII в. - периоду царствования первого царя-реформатора – Петра I. В 1703 году 18 апреля он издал указ, по которому запрещалось стрелять водоплавающую дичь в подмосковных угодьях. «Ныне ведомо, что на тех Измайловских лугах по рекам, — читаем в указе, — и по прудам и по озерам ездят всяких чинов люди со птицами ловчими и с пищалями, птиц ловят и из пищалей по ним стреляют». В связи с этим в указе повелевалось провинившихся за самовольную охоту доставлять в Преображенский приказ, где с состоятельных людей взыскивали штраф по 100 рублей, а несостоятельных ссылали в Азов «с женами и детьми на вечное житие». Можно отметить и такие многочисленные указы царя , как, например, указ «О нечистке под пашню лесов по рекам по коим леса гонят в Москву, а чистить их в 30 верстах выше» (1701 г.), указ о сохранении почвенного покрова при рубке лесов (1712 г.), запрет отстрела лосей в Санкт-Петербургской губернии (1714) г., указы об охране чистоты водоемов (1718 г.). Все это свидетельствует о давних традициях наших предков жить в гармонии с природой.

После Петра I в 1730 г. было накрепко указано, чтобы в окрестностях большого города не смели «со псовой и птичьей охотами ездить, зверей, зайцев, лисиц и прочих, кроме волков, медведей не травить и тенетами и ничем не ловить и не стрелять». Запретная полоса доходила до 20 верст в радиусе. Нарушителей указа наказывали, «не чиня никакого послабления».

Но, видно, и эти меры не возымели нужного действия. Тогда в мае 1738 года вновь накрепчайше была запрещена охота возле центральных городов, и запретная зона распространялась уже не на 20, а на 50 верст.

Этот запрет держался долгие годы, и он, несомненно, способствовал сбережению дичи. Конечно, браконьеры вредили и тогда, но суровая кара нередко останавливала их от безрассудных действий.

В XVI в. в окрестностях Киева был расположен так называемый «Красный двор», вокруг которого охранялись лесные охотничьи угодья. Исторически сложилось так, что возникновение первых заповедных территорий было напрямую связано с утилитарным, потребительским подходом к окружающей природе. Именно поэтому на Руси первые заповедные участки возникли в местах

поселения ценных для человека видов животных, таких, как бобры, туры, или редких - зубр, антилоп, страусов, кенгуру (заповедник Аскания-Нова).

Начало XX в. в России ознаменовалось созданием постоянной природоохранительной комиссии, для организации которой были бы в широкой мере привлечены различные научные учреждения и интересующиеся лица. Это решение было принято 29 декабря 1909 г. на съезде естествоиспытателей. Два года решался вопрос о том, какое из научных учреждений или правительственных ведомств возьмет на себя заботу об этой комиссии. Выбор пал на Географическое общество, которое имело тогда свои отделы даже и в тех провинциальных городах, где не было отделений Общества естествоиспытателей.

Первое заседание Природоохранительной комиссии состоялось в марте 1912 г. Однако еще в 1910 г. Рижское общество естествоиспытателей обратилось в Главное управление землеустройства с ходатайством об устройстве заповедника на Узмайтенском озере — на острове Морицгольм. Общество охранителей природы было тогда же создано жителями днепровского острова Хортица, где удалось выкупить некоторые интересные в геологическом отношении прибрежные выходы горных пород, а также осуществить меры к охране птиц. В 1911 г. была образована Комиссия по охране памятников природы на Кавказе.

Харьковское общество любителей природы в 1913 г. устроило первую во всем мире передвижную Выставку охраны природы. Помимо этого, общество регулярно издавало «Бюллетени охраны природы», в одном из которых была опубликована статья профессора В. Талиева «Охраняйте природу». То была, пожалуй, самая первая попытка русской научно-популярной литературы представить дело охраны природы как нечто нерасторжимое на заботы об отдельных памятниках природы, как нечто такое, чему всегда будет обязан человек своим дальнейшим существованием и духовной жизнью.

Первая конференция по международной охране природы состоялась в 1913 году в Швейцарии. Среди 17 стран, участвовавших в международной конференции, были и представители России.

Но по-настоящему широко, целенаправленно, в мировом масштабе они были поставлены в послевоенный период, когда в 1948 году был организован Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) — крупная научно-консультативная международная организация. Свою главную задачу Союз видит в содействии сохранению и разумному, правильному использованию мировых природных богатств. Конкретно это воплощается в работе постоянных комиссий МСОПа — по редким и исчезающим видам растений и животных, экологической, по охране ландшафтов, по национальным паркам, по природоохранительному просвещению и других.

Прежде всего Союз организовал ревизию (учет) всех редких животных и растений, которым угрожает исчезновение с лица Земли. Так появились пять томов с перечнем видов, которые могли бы навсегда исчезнуть. Первое издание Красной книги вышло в 1966 г. У истоков ее создания стоял сын известного исследователя Южного полюса Роберта Скотта - английский профессор Питер

Скотт. Одновременно составлялся так называемый «черный список», куда вошли животные и растения, исчезнувшие безвозвратно.

Все страницы этого издания были окрашены в красный цвет. Отсюда и название книги – «Красная». Красный цвет всегда был цветом опасности. Таким образом ученые-составители пытались привлечь внимание общественности к той угрозе, которая нависла над живым населением Земли. С того времени аналогичные «Красные книги» начали выходить во многих странах мира, хотя красным в них остался лишь переплет. Сведения, представленные в Красной книге, являются не только сводом данных о состоянии видов животных и растений, но и руководством по их спасению, сохранению и приумножению для будущих поколений. Красная книга содержит данные о численности, биологии видов, а также краткие сведения о принятых и необходимых мерах охраны того или иного животного или растения. Занесение любого вида в Красную книгу означает, что он нуждается в охране.

По мере поступления новых сведений листы Красной книги обновляются и заменяются. Если вид устойчиво восстанавливает свою численность и угроза его исчезновения миновала, он может быть вычеркнут из Красной книги.

ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ: ЗАПОВЕДНИКИ, НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРКИ, ЗАКАЗНИКИ, ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ

Наиболее совершенной формой охраны живой природы является заповедный режим. Организация заповедных территорий в настоящее время - это наиболее совершенный и надежный способ сохранения тех остатков могущественной некогда Природы, которым угрожает исчезновение по вине человека. Поэтому деятельность естествоиспытателей большинства стран направлена на расширение географической сети заповедных территорий и увеличение их площади.

Главная проблема охраны природы - это не защита отдельных видов растений или животных, а сохранение в биосфере достаточно обширной сети центров генетического разнообразия для обеспечения нормального развития широкого диапазона эволюционных процессов.

Одним из методов охраны природы является создание особо охраняемых природных территорий. Среди всего количества таких территорий, создаваемых в глобальном масштабе, выделим заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы.

Термин «заповедник» происходит от русского слова «заповедь», то есть завет. Заповедники служат цели сохранения генофонда живой природы на планете, качественного многообразия жизни на Земле.

Одним из самых старых заповедников Европы (а может быть и мира) является знаменитая Беловежская пушча. Охрана ее природных богатств началась с начала XI столетия. Лесные массивы, помогающие населению отдельных стран и районов в отражении захватнических действий многочисленных противников, также усиленно охранялись. Эти лесные массивы назывались «засеками».

Могучие деревья на определенной площади подрубались (засекались) выше человеческого роста в сторону предполагаемого противника и становились естественной защитой при нападении врага. Такие засеки создавались на южных границах Московского государства (Тульские и др.). На Днепре для защиты от нападения крымских татар специальным указом от 1765 г. были взяты под охрану леса острова Монастырский.

В XV веке на Руси существовали уже своего рода государственные заповедники — строго охраняемые угодья для великокняжеских охот, а позднее для охот царских. В царствование Петра I (конец XVII — начало XVIII столетия) к этому прибавились еще «Государевы корабельные рощи», где порубки допускались лишь не потребу отечественного флота. Однако на самих князей и царей никакие природоохранные ограничения не распространялись.

В XVII веке по указу царя Алексея Михайловича заповедными были объявлены семь островов у Мурманского побережья, где водились добываемые для царской охоты кречеты. Также объявлялись заповедными места царской охоты, где не позволялось охотиться никому, кроме царя.

Передовые ученые-биологи уже в XVIII-XIX вв. высказывали идеи территориальной формы сохранения живой природы. Свое осуществление они получили на рубеже XIX-XX вв. в России в результате развития научной мысли в этом направлении и общественного движения за создание природных заповедников. Отечественные охраняемые территории отличались от подобных учреждений за рубежом. Деятельность заповедников была направлена в первую очередь на научное изучение происходящих в них естественных процессов, нацеленное на познание экологических балансов, сущности природного «равновесия». Исследования были ориентированы прежде всего на практические цели охраны природы.

Таким образом, несмотря на расточительное отношение к природе, человек все же был вынужден прибегать к природоохранительным мероприятиям. Однако, никакого научного подхода при отведении природных территорий для охраны вплоть до XIX в. не существовало. К середине XIX в. необходимость организации крупных природоохранных территорий для сохранения неповторимых природных ландшафтов стала очевидна для многих естествоиспытателей. Природоохранное движение набирало силу, и следствием этого стала разработка концепции национального парка - особой обширной территории, которая включает охраняемые природные ландшафты, не затронутые человеческой деятельностью. Главное назначение национального парка наряду с сохранением природных комплексов в неприкосновенности - это рекреационная деятельность (отдых человека на лоне природы).

Первый в мире национальный парк был создан в США в 1872 г. Это Йеллоустонский национальный парк. Он занимает площадь в 898 тыс.га, и располагается в зоне хвойных лесов. На его территории находится около 3000 гейзеров и горячих источников. Идею создания национальных парков подхватили Мексика (национальные парки Дезирто де Лос Леоне - 1876 г. и Эль Чико - 1898 г.) и Канада (национальные парки Глейшерский - 1886 г. и Банфский

- 1887 г.). В Европе первые национальные парки были организованы в Швеции (Сарек, Стора Сейфаллет и Пелекайсе).

В 1913 г. в Швейцарии состоялась конференция по проблеме международной охраны природы. На ней впервые была обоснована необходимость организации в различных природных зонах крупных заповедников, в которых охранялись бы основные компоненты биоценоза - животный и растительный мир. Одновременно с этим высказывались идеи и о международном сотрудничестве в природоохранном деле. Природа не знает границ, искусственно возведенных человеком. Как известно, Амазония раскинулась на южноамериканском континенте на территории нескольких государств. Разрозненные усилия каждого из них по сохранению уникальной экосистемы тропического дождевого леса принесут мало пользы. Только кооперативные действия по охране лесов в бассейне Амазонки могут дать действенные плоды.

Впервые заповедные территории на землях бывших стран СНГ начали создаваться с конца XIX в.

В 1886 г. граф В. Джедушитский создал на своих землях резерват «Памятка Пеняцка» (в пределах современной Львовской области Украины) для сохранения старого леса и мест гнездования орлана-белохвоста. В 1898 г. барон Ф.Э. Фальц-Фейн выделил в своём владении «Аскания-Нова» под Херсоном (Украина) «защитные участки девственной степи». В 1919 г. здесь был учреждён «народный заповедный парк». Он отличался от североамериканских национальных парков (коммерческих в своей сущности) тем, что в нем велись широкие научные исследования по изучению степной флоры и фауны, направленные и на разработку организационно-методических приемов по сохранению ковыльных степей как природного комплекса, единого целого. Такой подход, свойственный именно отечественным заповедникам, открывал большие перспективы в отношении комплексного изучения охраняемых природных экосистем.

В 1910 г. по предложению графини П.С. Уваровой была заповедана роща реликтовой эльдарской сосны на склоне г. Элляроюгу (ныне – филиал заповедника Гей-Гель в Азербайджане). В это же время возникли заповедники: в Эстонии в 1911 г. – Вайкасский; в 1912 г. по инициативе известного ботаника К.Купфера в Западной Латвии на острове Морисцала был учрежден резерват, имевший статус заповедника; в Грузии в 1912 г. – Лагодехский; в России в 1915 г. - Саянский (упразднен в 1951 г.), в 1916 – Баргузинский (на побережье озера Байкал), в 1919 г. - Пензенский (упразднён в 1951 г.) и Астраханский.

В настоящее время общепринятой классификации заповедных объектов живой и неживой природы не существует. Под системой особо охраняемых природных территорий (ООПТ) понимается совокупность экологически взаимосвязанных природных объектов, выполняющих важнейшие средо-, ресурсо- и информационноохранные функции. ООПТ предназначены для сохранения типичных и уникальных природных ландшафтов, разнообразия животного и растительного мира, объектов природного и культурного наследия.

Такие территории исключаются из традиционного хозяйственного использования (рубка леса, распашка, осушение, орошение и т.п.). В опубликованной «Мировой стратегии охраны природы» (1978) говорится, что в настоящее время почти каждый природный объект - большинство видов растений и животных (или хотя бы отдельные их популяции в разных частях ареалов), биоценозов, экосистем и ландшафтов нуждается в той или иной степени охраны. Однако реально организовать действенную охрану природных объектов можно лишь для ограниченного их числа, поэтому необходимо сосредоточить усилия хотя бы на самых важных.

Следует отметить, что небольшие изолированные природные сообщества обречены на неизбежную деградацию, поэтому для длительного существования они должны быть экологически связаны между собой. В каждом природном регионе должна быть сформирована адекватная местным условиям непрерывная сеть из связанных между собой природных сообществ, обеспечивающая поддержание целостности природного каркаса - экологическая сеть.

Во многих странах мира принята разрабатываемая концепция так называемых «экологических коридоров», согласно которой основные категории охраняемых территорий (заповедники и национальные парки) соединяются друг с другом посредством категорий более низкого ранга (заказниками, лесополосами и т. д.), связывая популяции растений и животных. На IV международном конгрессе по национальным паркам и охраняемым территориям (Каракас, февраль 1992 г.) было обнародовано мнение ведущих экологов, согласно которому для сохранения устойчивости биосферы как системы, общая площадь охраняемых природных территорий планеты должна составлять не менее 10% от общей площади суши Земли.

Выделяется несколько видов заповедных объектов, подлежащих охране.

1. Заповедники - особо охраняемые пространства, полностью исключенные из любой хозяйственной деятельности ради сохранения в нетронутом виде природных комплексов, а также охраны редких и исчезающих видов растений и животных. Предназначены для сохранения в естественном состоянии типичных ландшафтов и экосистем. Подчинены строгому режиму охраны, который запрещает всякую деятельность человека, не связанную с задачами заповедника.

Для заповедников характерен помимо более строгого режима охраны экологический мониторинг (слежение за состоянием всех экосистем и отдельных биологических объектов). Начиная с 30-х гг., все заповедники ведут «Летопись природы». Каждый год составляется большой сводный том об основных фенологических явлениях. В общенациональном масштабе «Летопись природы» — гигантская база данных, охватывающая огромную территорию и отслеживающая состояние окружающей природной среды на протяжении нескольких десятилетий. Заповедники надежнее, чем национальные парки защищают природу от разрушения. Они не предназначены по своим функциям и не приспособлены по своей инфраструктуре к выполнению важнейшей миссии национальных парков — приобщению населения к природе.

2. Национальные парки - обширные участки территории, включающие охраняемые природные ландшафты, выделенные для охраны природы в оздоровительных, эстетических, научных, культурно-просветительских целях и для регулируемого туризма.

В пределах национального парка выделяют зоны заповедного режима, умеренного (щадящего) хозяйственного и рекреационного использования и интенсивного хозяйственного и рекреационного использования. Режим охраны в национальных парках более мягкий, нежели в заповедниках. Их главная функция — приобщение населения к природе. Вся инфраструктура национальных парков подчинена созданию максимально благоприятных возможностей для отдыха населения.

Территория национального парка представляет собой экологическую, историческую и эстетическую ценность, сочетающую естественные и культурные ландшафты, предназначенную как для отдыха, так и для научных и иных целей. Участки парка предназначенные для отдыха располагаются на менее ценных и более устойчивых к антропогенным перегрузкам землях. Заповедная же часть парка является резерватом природы, доступ в нее разрешается лишь в научных и познавательных целях.

Первые из ныне существующих национальных парков появились на территории бывшего СССР в 70-е годы в Эстонии, Латвии, Литве, Армении и Узбекистане. В настоящее время в мире организовано более 2 300 национальных парков, в Европе - более 160. Мировая площадь всех национальных парков - более 4 млн. км². Основные задачи заповедников и национальных парков - сохранение природных экосистем, поддержание экологического разнообразия природной среды, сохранение природного генофонда животных и растений, сохранение живописных уголков природы и объектов культурного наследия.

3. Заказники природы - участки природной территории, где временно или постоянно запрещены отдельные формы хозяйственной деятельности человека. Представляют интерес в научном, познавательно-воспитательном и культурном отношении. Организация заказников - это целевая форма охраны природных компонентов. В заказниках устанавливается частичный режим охраны и допускается деятельность человека, не наносящая ущерба объектам охраны. Здесь охраняются отдельные компоненты природных экосистем, один или многие виды живых существ, ценные объекты живой природы или живописные типы ландшафта. Обычно заказники организуются для увеличения численности диких животных в природных условиях и для восстановления ресурсов ценных растений - лекарственных, эфиромасличных, декоративных и др. Заказники выполняют чисто ресурсные функции. Их главная задача — восстановить численность отдельных видов растений и животных. Исходя из конкретных задач, они могут быть ботаническими, зоологическими или комплексными. По своему назначению заказники делятся на комплексные, ботанические, зоологические, гидрологические, геологические, озерные, ландшафтные, охотничьи, мемориальные и иные.

4. Памятники природы. В декабре 1909 года на заседании Русского Географического общества академик Иван Парфентьевич Бородин начал свой доклад «Охрана памятников природы» такими словами: «Лик земли подвержен непрерывным изменениям. В современную географическую эпоху наиболее могущественным фактором, вызывающим эти изменения, бесспорно, является человек с его культурой. Под влиянием последней первобытная природа тает «как воск от лица огня». Девственные леса и степи отходят в область преданий. Вместе с ними исчезают ряд живых существ, животных и растений, не мирящихся с новыми условиями жизни...».

Первым из естествоиспытателей, кто предложил необходимость целевой охраны природных компонентов, был известный путешественник и географ А. Гумбольдт. Во время путешествия по Венесуэле в 1799-1804 гг. он предложил термин «памятник природы» для охраны группы вековых деревьев из семейства мимозовых.

Но лишь в начале XX столетия это понятие превратилось в символ того общеевропейского движения сторонников охраны природы, деятельным пропагандистом которого стал тогда немецкий ботаник Г. Конвенц, который в работе «Угроза памятникам природы и предложения к их охране» (1904) сформулировал принципы охраны памятников природы, подразумевая под этим сохранение объектов природы в их естественных условиях. Конвенц считал, что к памятникам следует относить творения сил природы, утрата которых столь же невозможна, как и утрата произведений искусства.

В 1906 году в Берлине была учреждена Организация для охраны памятников природы Германии, правителем дел которой назначен был Г. Конвенц, а в помощь ему определены два письмоводителя, юрист и библиотекарь.

Таким образом, **памятники природы – это природные достопримечательности, имеющие научное, историческое или культурно-эстетическое значение, а также объекты природы, связанные с какими-либо историческими событиями или лицами.** Обычно это охраняемые территории небольшого размера - памятные, исторически ценные или вековые деревья, водопады, пещеры, геологические обнажения, ледниковые валуны, отдельные водоемы, места исторических событий, старинные аллеи и парки и т.п.

Кроме указанных категорий охраняемых природных объектов выделяются также резерваты природы, ландшафтные парки, дендрологические парки и ботанические сады. Также органы местного самоуправления могут устанавливать и иные категории ООПТ (зеленые зоны вокруг городов и санитарно-курортных комплексов, городские леса, городские парки, памятники садово-паркового искусства и др.). Не подлежат рубке лесные массивы у истоков и по берегам водоемов - водоохранные леса.

БИОСФЕРНЫЕ ЗАПОВЕДНИКИ, ИХ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

В 1970 г. на XVI сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО (Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры) была

принята международная программа «Человек и биосфера» - МАБ («Man and Biosphere»). Эта программа утверждена в связи с возрастающим воздействием человека на окружающую природную среду и призвана обеспечить на основе комплексных фундаментальных исследований получение данных, необходимых для рационального использования природных ресурсов и управления процессами, протекающими в биосфере. В рамках этой программы создана сеть охраняемых природных территорий, называемых биосферными заповедниками.

Биосферные заповедники - это охраняемые, наиболее характерные, эталонные участки биосферы, созданные в различных географических зонах Земли. Считается, что территория биосферного заповедника практически не испытывает локальных воздействий преобразованных человеком окружающих ландшафтов. Главное предназначение биосферных заповедников - сохранение в естественном виде природных экосистем и их генофонда, а также постоянный и всесторонний контроль за состоянием и ходом различных изменений, протекающих в биосфере (экологический мониторинг).

Основные задачи биосферных заповедников заключаются в сохранении разнообразия и целостности сообществ растений и животных в пределах природных экосистем, генетического разнообразия генофонда, проведении долгосрочных научных исследований в измененных и приближенных к естественным условиям.

Любой биосферный заповедник должен отвечать следующим основным требованиям:

- быть типичным эталоном данной природной зоны;
- обязательно иметь редкие виды растений или животных или уникальные комплексы на своей территории;
- представлять пример гармонического развития природы при исторически сложившемся традиционном хозяйственном использовании данной территории;
- иметь эффективную охрану территории и прочную базу для проведения долгосрочных научных исследований;
- представлять эталон (нулевую точку, точку отсчета) для оценки изменений, протекающих в биосфере.

Все биосферные заповедники мира проектируются по единой принципиальной схеме, обязательной для всех заповедников такого ранга. Модель биосферного заповедника включает три зоны.

В центре - ядро заповедника, в котором охраняется биологическое разнообразие животных и растений. Здесь эволюция растительных и животных видов может происходить по возможности естественным способом. Это абсолютно заповедная территория, где запрещаются все виды хозяйственной деятельности. Здесь обеспечивается естественное развитие природных процессов. Всякое вмешательство человека, кроме проведения научных исследований, запрещено.

Вокруг ядра формируется более широкая буферная, или научно управляемая, зона. В этой охраняемой зоне частично разрешены те виды деятельности, которые совместимы с развитием устойчивых природных

экосистем. Здесь ведется наблюдение за структурой и функционированием экосистемы, когда она подвергается различным видам антропогенного воздействия и использования. Чаще всего эта зона совпадает с границами заповедника.

За буферной идет охранная, или переходная, зона для снижения негативного влияния прилегающих хозяйственных территорий на природные комплексы заповедника. Режим ведения хозяйства в буферной зоне согласуется с администрацией заповедника.

Первые биосферные заповедники были организованы во второй половине семидесятых годов. К 1984 г. их число в 58 странах мира, составляло 226, к 1985 г. их стало 243 (60 стран), а к 1995 г. - 325 (82 страны мира). Как видно, число абсолютно заповедных участков на Земле постоянно растет.

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Жизнь собирателей и охотников первобытных человеческих сообществ полностью зависела от состояния окружающей среды и изменений, происходящих в ней. Такие изменения всегда привлекали к себе внимание человека, прежде всего с точки зрения его хозяйственных интересов. В процессе развития человеческого общества люди учились наблюдать и предсказывать появление ближайших событий в окружающей их природе: от изменений численности тех или иных видов животных и растений до солнечных затмений. И хотя едва ли в те далекие времена человек пытался оценивать результаты своего вмешательства в окружающую среду, очевидно, что уже тогда основой его успешного хозяйственного опыта служили наблюдения. Особенно это было важно для сельского хозяйства, где результаты работы больше всего зависят от погоды.

Так, древнейшие цивилизации в Месопотамии и Египте в своем хозяйственном развитии не могли обходиться без регулярных наблюдений за ирригационными системами, за важнейшими изменениями окружающей среды. Со времен античности эти наблюдения все больше приобретают рациональную научную основу.

От внимания летописцев не ускользали картины теплых или суровых зим, высоких паводков, сильных гроз, засух или иных климатических явлений. Эти хоть и отрывочные данные дают возможность приблизительно представить природные и климатические условия столь отдаленных времен.

В 1650 г. царь Алексей Михайлович послал своему стольнику А.И.Матюшину грамоту, положившую начало регулярным визуальным наблюдениям за погодой в России. «Как к тебе сия наша грамота придет, и ты бы записывал, в который день и которого числа дождь будет, да отписать бы теперь о птицах, как их носит и как они летят, и что на Москве у нас делается». Караульные стрельцы следили за погодой и в конце своего дежурства делали об этом отчеты. Вот пример одного из них: «Мая 31, неделя. Гром гремел и

молния блистала, и шел дождь велик, и после того и вечером было ведрено и ветренно, а в ночи было тепло».

В России развитие наблюдений за природными изменениями получило обоснование в трудах М.В. Ломоносова, А.И. Воейкова.

Хозяйство человека сегодня - понятие глобальное. И для эффективной его организации, для оптимизации взаимоотношений человеческого общества с природой необходима объективная информация не только об изменениях природной среды в районах интенсивного развития промышленности и сельского хозяйства, но и о состоянии биосферы в целом.

Прежде всего нужны сведения об общем состоянии биосферы и о возможных отклонениях, например, в глобальной биопродуктивности, или о происходящих или возможных климатических изменениях. Мы все уже давно наблюдаем изменения состояния биосферы под влиянием деятельности человека. Теперь эти изменения происходят достаточно быстро и в широких масштабах. В связи с этим возникла необходимость организации регулярных наблюдений за состоянием биосферы и ее реакцией на антропогенное воздействие на разных уровнях экосистем (локальном, региональном, глобальном), экологических регионов, целых континентов.

Термин «мониторинг» появился в 1971 г. В связи с проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (1972 г.). Он происходит от английского «monitoring» - контроль, смысл, и от латинского «monitor» - напоминающий, надзирающий, проверяющий.

Под мониторингом было решено понимать систему непрерывного наблюдения, измерения и оценки состояния окружающей среды.

В научном языке термин «мониторинг» обычно понимается как «проверка, слежение, контроль». Глубинный смысл мониторинга — «следить за порядком» и «предостерегать». Наблюдать, следить за порядком в окружающей среде, а если порядок в вековых природных процессах нарушается под влиянием деятельности человека, немедленно его оповещать и предостерегать о мере опасности и о последствиях такого нарушения. И чем точнее, всестороннее и тщательнее организована система контроля и сбора данных о состоянии окружающей среды, тем более достоверными и надежными будут наши прогнозы.

В общем смысле **мониторинг - это система непрерывных наблюдений и контроля за состоянием природной среды в связи с хозяйственной деятельностью человека, которая состоит из трех ступеней: наблюдения, оценки состояния и прогноза возможных изменений.** В научном языке этот термин обычно понимается как «наблюдение, анализ, контроль».

Мониторинг — единственный реальный инструмент контроля состояния биосферы. Только научно организованный мониторинг может дать информацию, необходимую и достаточную для рационального использования ресурсов и защиты биосферы.

В отличие от изменения состояния биосферы, вызываемых естественными причинами, изменения в окружающей среде, протекающие под воздействием человеческой деятельности, происходят во много раз быстрее. Для того, чтобы

выделить и оценить антропогенные изменения на фоне естественных, возникла необходимость в организации системы специальных наблюдений – мониторинга.

Этим термином называют регулярные, выполняемые по единообразной заданной программе наблюдения природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяющие выделить изменения их состояния и происходящие в них процессы под влиянием антропогенной деятельности.

Основная цель мониторинга - максимально раннее предупреждение нежелательных последствий антропогенного воздействия. Задачи мониторинга довольно широки. Необходимо не просто и не только наблюдать за изменениями в биосфере, но научиться предсказывать, прогнозировать нежелательные последствия вмешательства человека в установившееся природное равновесие. Помимо наблюдения задачами мониторинга являются также оценка состояния среды и прогнозирование ее изменений.

Слежение и контроль за состоянием и изменением природных экосистем предполагает наличие широко разветвленной сети объектов наблюдений, представляющих различные компоненты этих экосистем.

В зависимости от уровня, на котором проводятся мониторинговые исследования, различают три ступени мониторинга: глобальный биосферный, региональный геосистемный, или природохозяйственный, и локальный биоэкологический.

Глобальный мониторинг - слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли, включая все ее экологические компоненты и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях.

Региональный мониторинг дает оценку антропогенного влияния на природную среду в ходе обычной хозяйственной деятельности человека, которая обязательно предполагает тот или иной вид взаимодействия с природой, (градостроительство, сельское хозяйство, энергетика, и т.д.)

При региональном мониторинге оценивают взаимодействие человека и природы в различных отраслях народного хозяйства, дают характеристику общего нарушения природной среды, привноса и выноса из природных систем веществ и энергии.

Локальный мониторинг осуществляет контроль за содержанием токсичных для человека химических веществ и других загрязнителей в атмосфере, природных водах, растительности, почве, подверженных воздействию конкретных источников загрязнения. При локальном мониторинге состояние окружающей среды оценивается с точки зрения здоровья человека, что служит самым важным, емким и комплексным показателем состояния окружающей среды. Проводят локальный мониторинг природоохранные службы предприятий.

Наиболее важен для оценки состояния окружающей среды экологический мониторинг. Под **экологическим мониторингом** понимается **мониторинг окружающей природной среды, при котором обеспечивается постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических**

объектов (растений, животных, микроорганизмов), а также оценка состояния и функциональной целостности экосистем.

Экологический мониторинг рассматривается прежде всего как базовый (фоновый) мониторинг - слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний. Фоновое состояние биосферы изучают на так называемых фоновых станциях, которые организованы в ряде стран на базе биосферных заповедников. Фоновое состояние среды в прошлом можно реконструировать с помощью анализа колец деревьев, газовых слоев ледников и донных отложений.

Он осуществляет наблюдения за антропогенными изменениями, а также за естественным состоянием природы, чтобы были объекты для сравнения при оценке антропогенных изменений. Основной принцип его заключается в детальном учете исходного состояния биоты на определенный момент (точка отсчета) и в последующих наблюдениях за отклонениями от этого состояния. Экологический мониторинг - это слежение за развитием живых организмов и динамикой природных биогеоценозов (экосистем) при естественных экологических процессах и при их нарушениях, чаще всего антропогенного происхождения. Эта информация может быть получена только на долговременных стационарных объектах. Чтобы следить за изменениями, необходимо иметь первоначальную характеристику объекта (точку отсчета). Такой точкой отсчета являются биогеоценозы, располагающиеся в абсолютно заповедных зонах биосферных заповедников.

Лучшим объектом мониторинга является биогеоценоз с его составными компонентами - фитоценозом, зооценозом, микробоценозом и экотопом. При этом наиболее чувствительной структурой, своеобразным маркером биогеоценоза, отзывчивым на любые воздействия, является растительное сообщество, или фитоценоз.

Оценка изменения природно-общественных ситуаций осуществляется с помощью **комплексного мониторинга** - систем наблюдения и отслеживания состояния атмосферы, гидросферы, почвы, растительности, животного мира и ландшафта в целом. Комплексный мониторинг проводится в целях объединения ряда программ различных видов мониторинга для всесторонней оценки загрязнения окружающей среды на разных уровнях экосистем:

- локальном - слежение на сравнительно небольшой территории (загрязнение воздуха в городских условиях, загрязнение питьевой воды, загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами и т. п.);
- региональном - слежение в пределах какого-либо региона (крупного территориального подразделения Земли);
- глобальном - слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере (включая все ее экологические компоненты).

Комплексный мониторинг - это непрерывная программа долгосрочного сбора информации о специфических экологических системах. Число таких систем должно быть установлено в соответствии с фактическим биологическим разнообразием данного региона, а также с современным уровнем знаний по

идентификации типов экосистем. Сбор информации должен по возможности вестись с помощью сравнительно простой технологии, чтобы нивелировать различные технические возможности сторон - участников мониторинга.

При мониторинге окружающей среды выделяется несколько этапов его организации. Первый этап - инвентаризация природных объектов, второй - выбор объектов мониторинга, третий - организация регулярных наблюдений и четвертый - систематизация и анализ полученной информации.

По методам ведения и объектам наблюдения выделяются например: авиационный, космический, окружающей человека среды, агроценозов, леса.

Авиационный мониторинг - мониторинг, осуществляемый с самолетов, вертолетов и др. летательных аппаратов (воздушные шары, дирижабли и т.п.), не поднимающихся на космические высоты (в основном в пределах тропосферы).

Космический мониторинг - мониторинг с помощью космических средств наблюдения (часто авиационный и космический мониторинги объединяют в дистанционный, добавляя получение данных от приборов расположенных в труднодоступных местах без постоянного присутствия человека). Космический мониторинг позволяет очень эффективно следить за загрязнением атмосферы и состоянием земной поверхности.

Невозможно принимать меры по охране природных объектов, не имея информации об их состоянии, о тенденциях изменения этого состояния, наконец, о факторах, которые влияют на эти тенденции. Мониторинг дает наиболее достоверную, научно обоснованную информацию для принятия решений по защите окружающей среды. При организации экологического мониторинга наблюдения не могут ограничиться одним уровнем, скажем, уровнем биологических видов. Предположим, исчез какой-то вид. Это могло произойти либо в результате естественных причин, либо под влиянием антропогенного фактора, и нужно четко определять степень этого влияния в сопоставлении с возможностями природной среды. Если антропогенное воздействие не выходит за рамки этих возможностей, можно считать, что природопользование носит рациональный характер, а если нет, значит нужно принимать экстренные меры по защите природы.

Вот пример из практики. На территории Приокско-Террасного биосферного заповедника исчезает подрост сосны - нет естественного возобновления, потому что лоси выедают молодые сосенки. И хотя рост численности лосей - явление не антропогенное, его следует считать таковым: лосей разводит охотхозяйство. Дело в том, что условия заповедника привлекают лосей, которые и стригут подрост сосны. Но это факт наблюдения. Для того чтобы знать, что наблюдать, как наблюдать и даже когда наблюдать, выявить критерии оценки состояния, нужно изучать именно природные процессы, получить полное знание о них и выбирать такие методы, которые позволяют зафиксировать самые важные изменения в окружающей среде.

Природные процессы при мониторинге изучаются на разных уровнях: экологического региона, типичных экосистем и на уровне компонентов биоты (растения, животные, микроорганизмы). Например, один из показателей

состояния природной среды - это соотношение земельных угодий региона. Вопрос с точки зрения рационального природопользования стоит так: какое соотношение пахотных и лесных земель допустимо на территории данного конкретного региона? Ведь ту или иную территорию, допустим, в черноземной зоне, в принципе можно распахать полностью. Но если учесть неизбежную эрозию, появление оврагов и другие возможные последствия в развитии данной зоны, приходится решать - какую часть лесов вокруг тех же оврагов оставить, а какую часть и какого качества сохранить.

БИОИНДИКАЦИЯ КАК МЕТОД ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Одной из основных задач проблемы изучения биологического разнообразия является оценка видового состава биоты и биотических сообществ той или иной конкретной территории. Воздействие человека на природные экосистемы приводит к их постепенной деградации и в конечном итоге трансформации в другие, менее продуктивные, но более устойчивые к действию антропогенных факторов. Качество и уровень биологического разнообразия будет зависеть от степени антропогенной нарушенности экосистем.

В настоящее время ученые различных научных дисциплин - биологи, медики, социологи, психологи и др. пришли к выводу о необходимости оценки состояния и контроля окружающей среды с целью ограничения и ликвидации пагубных последствий антропогенных преобразований среды разрушающих живую природу, т.е. проведении мониторинговых исследований. Для изучения качественных и количественных характеристик окружающей среды, их пространственно-временных изменений используются физические явления, химические вещества и т.п. Однако, в последнее время, все чаще и чаще ученые используют более простые и доступные методы.

Реакция животных, растений, грибов и других организмов на воздействие антропогенных факторов не адекватна. Например, многие высшие сосудистые растения сильно страдают от высоких концентраций некоторых поллютантов (загрязнителей) и в конечном итоге, особенно при длительном их воздействии, погибают. Этого нельзя сказать о таких организмах как лишайники и мхи).

Некоторые из них способны выдерживать длительное воздействие поллютантов, сохраняя при этом свою жизненную структуру, и накапливая в своем организме значительное количество загрязнителя, количество которого затем определяют в лабораторных условиях и изучают его природу. В условиях глобального загрязнения окружающей среды перед учеными встала проблема своевременной и быстрой оценки происходящих в природе изменений. Одним из решений данной проблемы является применение такого метода мониторинговых исследований природных экосистем как биологическая индикация.

Различные организмы по разному реагируют на антропогенные воздействия. Некоторые из них могут служить качественными индикаторами этих воздействий, а при количественной оценке встречаемости и обилия таких

видов - их степени. Следует отметить, что индикаторными свойствами обладают не только отдельные виды организмов, но и их сообщества в целом.

Преимущество живых индикаторов (биоиндикаторов) состоит в том, что они более доступные, исключают применение дорогостоящих трудоемких физических и химических приборов, способствуют получению биологически ценных данных о состоянии окружающей среды, постоянно присутствуют в окружающей среде человека и реагируют на кратковременные и залповые выбросы токсикантов, которые может не зарегистрировать автоматизированная система контроля с периодическим отбором проб на анализы.

В условиях глобального загрязнения окружающей среды перед экологами встала проблема своевременной и быстрой оценки происходящих в природе изменений. Одним из решений данной проблемы является применение такого метода исследования природных экосистем как биологическая индикация.

Данный метод основан на принципах исследования изменения окружающей среды при помощи биологических объектов (видов растений, животных, растительных сообществ) и их реакций. Используя такой метод можно оценить степень антропогенного нарушения природных экосистем.

Оценка состояния, изменения и контроля окружающей среды с помощью таких организмов получила название биоиндикация. Ни один из методов и способов по определению состояния и контролю окружающей среды не является таким наглядным и дешевым как наличие, состояние и поведение организмов при различных антропогенных нагрузках на окружающую среду.

Биоиндикация - метод определения степени загрязненности геофизических сред с помощью живых организмов. В качестве биоиндикаторов используются различные группы организмов: бактерии, грибы, водоросли, лишайники, мхи, некоторые высшие растения (особенно хвойные породы деревьев) и животные (чаще беспозвоночные).

В основу биоиндикации положена способность организмов накапливать в тканях и органах загрязняющие вещества или их производные, а также биохимические и физиологические изменения на уровне популяции.

Использование биоиндикации в качестве сигнальной информации имеет все преимущества: высокую чувствительности биоты к изменениям состояния атмосферного воздуха и почв, интегральный характер данных и возможность анализировать образцы в одной (центральной) лаборатории.

Особая важность живых индикаторов состоит в том что они:

- 1) суммируют все без исключения биологически важные данные об окружающей среде и отражают ее состояние в целом, ибо воздействие токсических веществ является толчком к разнообразным изменениям внутри экосистемы, компоненты которой тесно связаны между собой; делают необязательным применение дорогостоящих трудоемких физических и химических методов для измерения биологических параметров;

- 2) отражают скорость происходящих в природной среде изменений;

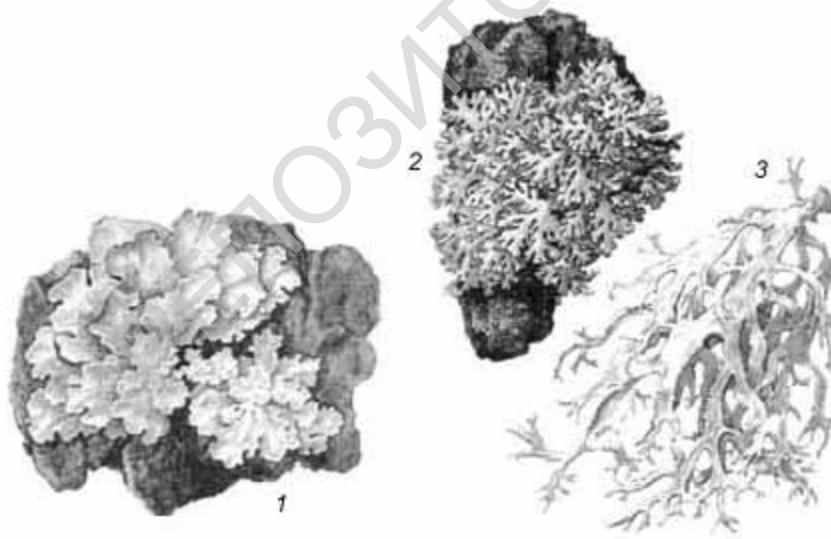
3) указывают пути и места скопления различного рода загрязнений в экологических системах и возможные пути попадания этих агентов в пищу человека;

4) позволяют судить о степени вредности тех или иных веществ для живой природы и человека;

5) дают возможность контролировать действие многих синтезируемых человеком соединений;

6) помогают нормировать допустимую нагрузку на экосистемы, различающиеся по своей устойчивости к антропогенному воздействию, так как одинаковый состав и объем загрязнений может привести к различным реакциям природных экосистем в различных географических зонах.

Одним из ярких примеров биоиндикации является **лихеноиндикация** - процесс определения состояния, изменения окружающих условий и степени загрязнения природной среды с помощью лишайников (от лат. *lichen* - лишайник). Установлено, что лишайники особенно чутко реагируют на загрязнение атмосферы токсическими веществами. Обладая крайне медленным ростом (прирост слоевища составляет 2-5 см в год), автотрофностью и другими биологическими особенностями, лишайники чутко реагируют на малейшие изменения параметров окружающей среды. Произрастая на самых различных субстратах, в различных местообитаниях они являются одними из самых надежных и доступных индикаторов состояния воздушной и водной среды, почв, состояния и возраста каменистых субстратов, а также санитарно-гигиенических свойств природных и селитебных ландшафтов.



Виды лишайников, используемые в лихеноиндикации: 1—пармелия; 2—гипогимния; 3—эверния

Своими слоевищами они активно поглощают атмосферные осадки, а следовательно, и растворенные в них вредные вещества, в частности тяжелые металлы. Поэтому по количеству вредных веществ, содержащихся в лишайниках, можно судить о степени загрязненности территории.

Лишайники весьма чувствительны к загрязнению воздуха и поэтому быстро погибают в крупных городах, а также вблизи заводов и фабрик. По этой причине они могут служить индикаторами загрязненности воздуха вредными веществами.

Использование лишайников дает положительные результаты при биологической индикации атмосферного SO_2 , фторидов, тяжелых металлов и фотохимических загрязнителей. Лишайники позволяют наблюдать за динамикой загрязнения в течение 20-25 лет. Хотя лишайники не заменяют дорогостоящей измерительной аппаратуры, они могут дополнить данные, полученные физико-химическими и химическими методами.

Изучение лишайников крупных городов мира (Парижа, Мюнхена, Цюриха, Хельсинки, Лондона, Нью-Йорка, Риги и др.) выявило ряд общих закономерностей: чем больше индустриализирован город, чем больше загрязнен в нем воздух, тем меньше видов лишайников встречается в его границах, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев и других субстратах, тем ниже жизненность видов лишайников.

Каждому уровню загрязнения воздушной среды соответствует свой набор видов лишайников. Чем выше концентрация вредных веществ в населенном пункте, тем беднее видовой состав лишайников. Видовой состав лишайников в различных частях городов (в центре, в индустриальных районах, в парках, в периферийных частях) оказался настолько различным, что исследователи в пределах городов выделяют так называемые зоны лишайников: относительно чистую, умеренного и критического загрязнения, «лишайниковую пустыню» (табл. 9).

Таблица 9.

Шкала индикации городских районов

Содержание SO_2 в воздухе, мг/м ³	Биоиндикатор загрязнения
Более 0,2	Отсутствие лишайников («лишайниковая пустыня»).
0,05 – 0,2	Наращение числа видов и особей накипных лишайников и появление некоторых листоватых («зона борьбы»).
Менее 0,05	Увеличение численности видов листоватых, появление кустистых лишайников («чистая зона»).

В качестве биоиндикаторов можно также использовать широко распространенные в наших лесах виды зеленых мхов (биоиндикация, от греч.

bryon - мох). Данные виды используются в настоящее время в странах Западной и Северной Европы для мониторинга содержания тяжелых металлов в бриофитах (мохообразные) и гумусовом слое экосистем сосновых лесов.

Объектами мониторинга часто являются насекомые, поскольку они легко реагируют на антропоические воздействия, обитают повсеместно и доступны для количественного учета. Например, чехословацкие ученые установили, что в районе золоторудных месторождений увеличивается содержание золота в майских жуках. Известны случаи, когда под влиянием загрязнения среды меняется цвет насекомых, например, божьих коровок. Высказана гипотеза, что потемнение божьих коровок в регионе некоторых промышленных центров - реакция на ухудшение освещения в результате загрязнения атмосферы.

В качестве биологического теста на чистоту воды могут использоваться «золотые рыбки», которые так любят выращивать в аквариумах любители эти экзотичных животных. Рыбок помещают в специальный аквариум с речной водой. Учувяв грязь, они начинают метаться, бьются о решетки.

Состояние довольно большой территории можно охарактеризовать с помощью анализа меда пчел. Американские исследователи показали, что в пробах меда можно обнаружить до 47 различных металлов и химикатов. На территории США насчитывается 4-5 млн. пчелиных семей, каждая из которых собирает пыльцу и нектар с площади свыше 4 тыс. га. Такие пчелиные семьи выносливы к воздействию многих химических препаратов. В связи с этим медоносные пчелы могут быть эффективно использованы в качестве показателей загрязнения окружающей среды.

Первые опыты по использованию медоносных пчел для биологического мониторинга проведены в 1974 г. в штате Монтана, где изучали степень ущерба, нанесенного выбросами ТЭС, работающей на каменном угле. Интенсивное изучение возможности использования медоносных пчел для биологического мониторинга было начато в 1981 г. Радиус сбора нектара пчелами, как правило, составляет 1,5 км (иногда до 6 км) от улья, поэтому пчелиный мед является достоверным индикатором состояния окружающей среды в данной местности. Содержание загрязнителей в меде хорошо коррелирует с их содержанием в окружающей среде.

Хорошими биоиндикаторами на содержание некоторых тяжелых металлов могут служить дождевые черви. Польские исследователи изучали содержание цинка, меди, свинца и кадмия в почвах и тканях дождевых червей, взятых с газонов вдоль дорог с интенсивным движением в Варшаве и с газонов парков, расположенных на расстоянии 200 м от дорог. Результаты проведенных исследований показали значительную способность дождевых червей аккумулировать в своих тканях цинк, медь, свинец и особенно кадмий. Содержание последнего в тканях червей во много раз выше, чем в почвах. Установлено, что содержание тяжелых металлов в тканях дождевых червей может служить хорошим показателем загрязнения почвы.

Большое значение для контроля состояния водоемов имеет наблюдение за поведением рыб и содержанием отдельных компонентов в их организме.

Установлено, что по мере загрязнения в европейских водоемах вначале исчезает лосось, затем форель, окунь и др.

Краткое резюме

Система мер, направленных на поддержание взаимодействия между деятельностью человека и окружающей природной средой называется охраной природы. Охрана окружающей среды – это комплекс различных мероприятий, направленных на обеспечение функционирования природных систем. Рациональное природопользование направлено на обеспечение экономной эксплуатации природных ресурсов и условий существования человечества.

К системе особо охраняемых природных территорий относятся заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы. Инструментом контроля состояния биосферы является мониторинг окружающей среды – система непрерывных наблюдений за состоянием природной среды в связи с хозяйственной деятельностью человека.

Вопросы для повторения

1. Объясните, чем природопользование отличается от таких научных направлений как охрана природы и охрана окружающей среды.
2. Что такое рациональное природопользование?
3. Каким образом история развития человечества связана с эволюцией идей охраны природы?
4. Дайте определение заповедника и объясните отличие его от национального парка.
5. В чем проявляется специфика заказников, какие виды заказников вы знаете?
6. Охарактеризуйте характерные особенности биосферного заповедника.
7. Какие природные зоны можно выделить в биосферном заповеднике?
8. Что такое мониторинг окружающей среды?
9. Дайте определение экологического мониторинга.
10. Какие природные биологические индикаторы качества окружающей среды вы знаете?
11. Что такое лишеноиндикация?

Темы для докладов на семинарах

1. Исторический обзор взаимодействия природы и человека.
2. Становление идей охраны природы в процессе исторического развития человечества.
3. Особо охраняемые природные территории как совокупность экологически взаимосвязанных природных объектов.
4. Биосферные заповедники и их место в системе охраняемых природных объектов.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">5. Биологическая индикация как один из методов экологического мониторинга.6. Определение степени загрязнения воздушного бассейна с помощью лишайников. |
|---|

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Войткевич Г.В., Вронский В.А. Основы учения о биосфере: Учеб. пособие для студентов вузов. Ростов на Дону, 1996.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2003.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. – М., 1986.
- Охрана окружающей среды: Учеб. для вузов по экол. специальностям. – М., 2000
- Петров К.М. Общая экология: Взаимодействие общества и природы. – СПб, 1998.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. – М., 1989.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб., 1997.
- Хачатуров Т.С. Экономика природопользования. - М., 1987
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн.пособие для студ. биол.спец. пед.ин-тов. - М., 1988.
- Шилов И.А. Экология: Учеб.пособие для биол. и мед. спец. вузов. - М., 1997.

Дополнительная

- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. - Ростов на Дону, 1996.
- Дежкин В.В. Беседы об экологии. – М., 1998.
- Маврищев В.В. Основы общей экологии/ Учебное пособие для студентов небиологических специальностей вузов. – Мн., 2000.
- Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях: Пособие для педагогов общеобразовательных учреждений. – Мн., 2002.
- Маглыш С.С. Общая экология: Учеб. пособие. - Гродно, 2001.
- Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
- Розанов С.И. Общая экология. – СПб.: Лань, 2001.
- Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. - Киев, 1987.
- Экологические очерки о природе и человеке/ Под ред. Б.Гржимека. – М., 1988.
- Экология и экономика природопользования: Учеб. для вузов по экон. специальностям / Э. В. Гирусов, С. Н. Бобылев, А. Л. Новоселов, Н. В. Чепурных. - М., 2000.

ЛЕКЦИЯ 11

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРАН СНГ

План лекции:

1. Проблема народонаселения в странах СНГ
2. Водные ресурсы, проблемы их загрязнения и истощения
3. Проблема опустынивания
4. Экологические проблемы крупных озер (Байкал, Арал, Каспий)
5. Общие проблемы охраны природы

Экологические проблемы стран СНГ (Союза Независимых Государств) по наследству переданы им той структурой, которая в свое время называлась Союз Советских Социалистических Республик. Эти проблемы по существу сколько-нибудь не отличаются от основных экологических проблем современного развития биосферы. Однако, для отдельных регионов бывшего СССР имеются характерные особенные специфические черты.

В одной лекции невозможно описать полную картину кризисных явлений, охвативших огромную территорию от Балтийского до Охотского моря, поэтому придется ограничиться только выборочными примерами, касающимися той или иной страны СНГ.

ПРОБЛЕМА НАРОДОНАСЕЛЕНИЯ В СТРАНАХ СНГ¹

Динамика численности населения любой страны зависит от таких основных демографических показателей, как рождаемости, смертности и миграции.

С момента распада Советского Союза (90-е годы) отмечалось значительное падение роста населения в странах СНГ по сравнению с предыдущим десятилетием (исключение составляет Туркменистан). Общая численность населения Содружества на начало 2001 года составила 280,7 миллионов человек, что на 1,6 миллиона человек, или на 0,6% меньше, чем в начале 1991 года.

Беларусь, Россия и Украина, где проживает 73% всего населения СНГ, с начала 90-х годов вступили в полосу депопуляции, темпы которой ускоряются. Коэффициент депопуляции (отношение числа умерших к числу родившихся) в 1992-1993 годах составил в Беларуси 1,1, России - 1,14, Украине - 1,18, а в 2000 году он вырос до 1,44, 1,77 и 1,96 соответственно, или на 31-66 процентов.

К началу 2001 года численность населения Беларуси сократилась до 9,99 миллиона человек против 10,4 миллиона на начало 1994 года (год

¹ Использованы материалы Интернет-журнала Демоскоп WEEKLY. максимальной численности), или на 4,1%; России - до 144,8 миллиона человек против 148,7 миллиона на начало 1992 года, т.е. на 3,9 миллиона человек, или на 2,6 %; Украины - до 49 миллионов против 52,2 миллиона на начало 1993 года - уменьшение составило 3,2 миллиона человек, или 6,1% (табл. 10) . Суммарно потери населения этих трех государств за годы реформ достигли 7,5 миллиона человек, что превышает численность населения таких государств как Дания, Словакия, Грузия, Израиль, Таджикистан.

Таблица 10. Численность постоянного населения стран СНГ

Страна	На начало года (тыс. человек)			2001 в % к 1991	в том числе:	
	1991	1996	2001		1996 в % к 1991	2001 в % к 1996
Беларусь	10261	10264	9990	97,4	100	97,3
Россия	148543	147967	144800	97,5	99,6	97,9
Украина	51944	51334	49000	94,3	98,8	95,5
Молдавия	4367	4332	4272	97,8	99,2	98,6
Азербайджан	7187	7726	8081	112,4	107,5	104,6
Армения	3574	3766	3804	106,4	105,4	101
Грузия	5464	5416	5100	93,3	99,1	94,4
Казахстан	16793	15676	14844	88,4	93,3	94,7
Киргизия	4422	4625	4908	111	104,6	106,1
Таджикистан	5358	5884	6196	115,7	109,8	105,3
Туркменистан	3714	4587	4843	130,4	123,5	105,6
Узбекистан	20708	23007	24900	120,2	111,1	108,2
Содружество	282335	284584	280738	99,4	100,8	98,6

Наиболее значительно - на 2 миллиона человек (11,3%) уменьшилось население Казахстана: с 16,8 миллиона человек на начало 1991 до 14,8 миллиона на начало 2001 года. Негативный результат обусловлен, наряду со снижением уровня рождаемости, большими и устойчивыми масштабами миграции населения из Казахстана в другие страны СНГ, главным образом русскоязычных граждан в Россию и немцев в Германию. Сократилась также численность населения Грузии и Молдавии.

В остальных государствах Центральной Азии, в Азербайджане и Армении демографический потенциал в 90-е годы продолжал расти. Наиболее высокими темпами увеличилось население Туркменистана - на 30,4%, Узбекистана - на 20,2%, Таджикистана - на 15,7%. Однако в последние пять лет (1996-2000) в этих странах отмечается снижение темпов роста населения, что обусловлено

сокращением в них естественного прироста. Только в Киргизии прирост населения во второй половине 90-х годов увеличился и составил 6,1% против 4,6% в 1991-1995 годах, что связано с резким уменьшением в последние годы миграции населения за пределы республики.

По возрастной структуре страны СНГ, как свидетельствуют данные таблицы 11, подразделяются на три группы. Первую составляют Беларусь, Грузия, Россия, Украина, где самое пожилое население, доля лиц в возрасте 65 лет и старше наибольшая - 12,5-13,8%, а удельный вес детей не превышает 20,4%. Идет старение людей, и на этом фоне сокращается средняя продолжительность жизни. Если в 70-х годах в СССР она составляла 73 года, то теперь мужчины живут около 59 лет, женщины — 72 года, т.е. средняя продолжительность жизни — 65 лет. Америка за этот период подняла среднюю продолжительность жизни на 5 лет, она составила 78 лет; в Японии — 79 лет.

Во вторую группу вошли государства Средней Азии и Азербайджан, имеющие самую молодую возрастную структуру - доля детей в них составляет от 32% в Азербайджане до 42% в Таджикистане, а лиц старших возрастов - в пределах 3,9-5,5%. Третья группа стран - Армения, Казахстан и Молдавия занимают промежуточное положение - детей в них -24-29%, а пожилых - 7-9%.

Таблица 11. Возрастная структура населения стран СНГ

	Численность населения на начало 2001 г., в миллионах	Доля возрастной группы, в %			На 1000 населения в возрасте 15-64 года	
		0-14	15-64	65 и старше	0-14	65 и старше
Беларусь	9,99	18,9	67,8	13,3	279	196
Грузия*	5,1	20,4	66,3	13,3	308	201
Россия	144,8	18,3	69,2	12,5	264	181
Украина	49	17,8	68,4	13,8	261	202
Армения	3,8	24,2	66,9	8,9	362	132
Казахстан**	14,8	28,7	64,5	6,8	445	105
Молдавия	4,3	23,7	66,9	9,4	355	140
Азербайджан	8,1	31,8	62,7	5,5	508	87
Киргизия	4,9	35,2	59,4	5,4	592	92
Таджикистан***	6,2	42,4	53,5	4,1	793	77
Туркменистан	4,8	37,9	58,2	3,9	652	66
Узбекистан	24,9	38,3	57,5	4,2	665	73

* - Численность населения на начало 2000 г.

** - Данные по возрасту скорректированы на основе предварительных итогов переписи населения 1999 г.

*** - 1998 г.

Для всех стран СНГ характерны дальнейший рост лиц старших возрастов и сокращение удельного веса детей. На начало 2000 года удельный вес населения старше 65 лет в Беларуси составил 13,3% против 11% в 1991 году, в России - 12,5% (10%), на Украине - 13,8% (12%). В результате демографическая нагрузка на трудоспособное население в возрасте от 15 до 65 лет лицами старше 65 лет увеличилась в этих странах по сравнению с началом 90-х годов на 20-30%, а демографическая нагрузка детьми снизилась на 10-15%.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ПРОБЛЕМЫ ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ИСТОЩЕНИЯ

Одной из зон экологической напряженности европейской части стран СНГ является состояние бассейна реки Днепр. Эта река - третья по величине в Европе (после Волги и Дуная). Поэтому значение ее как одной из основных водных артерий региона значительно. Водосборная площадь Днепра составляет 509 тысяч км², длина - 2200 км. Днепр является трансграничной системой: 20% бассейна реки расположено на территории Российской Федерации, 23% - в Республике Беларусь и наибольшая часть, 55%, - на Украине.

Экологические проблемы возникли после строительства на Днепре серии водохранилищ, вследствие чего он перестал является саморегулирующейся речной экосистемой. В настоящее время наблюдается чрезмерная запруженность речной системы, включающей шесть водохранилищ в ее главном течении и более 500 мелких дамб и плотин, сооруженных на притоках для производства электроэнергии и обеспечения предприятий тяжелой промышленности. Кроме того, применяется широкомасштабное экстенсивное использование воды в сельском хозяйстве и промышленности, в частности, металлургическими предприятиями.

Практика затопления плодородных земель в долинах рек в связи со строительством плотин на Днепре и осушения заболоченных земель для нужд сельскохозяйственного производства, привела к серьезному уменьшению биоразнообразия во всем регионе.

Огромный ущерб общерегионального масштаба нанесли Днепру построенные гидроэлектростанции, расположенные в бассейне атомные электростанции и предприятия тяжелой индустрии. Катастрофа 1986 года на Чернобыльской АЭС привела к загрязнению огромных территорий в восточной и северной Европе радиоактивными осадками.

Учитывая наследие прошлого, когда предпринимались попытки всего в течение несколько десятилетий превратить традиционно аграрный регион в промышленный, бассейн Днепра можно рассматривать как «классический пример нерационального развития региона». Чрезвычайно острые социальные и экономические трудности, с которыми сталкиваются три прибрежные страны в период перехода к рыночной экономике, усложняют ситуацию.

Следует отметить, что большинство из последствий ухудшения экологического состояния бассейна Днепра являются трансграничными. В связи

с этим проблема экологического состояния Днепра выходит за национальные рамки, потому, что больше половины водных ресурсов бассейна формируются на территории России и Беларуси. Следовательно, и решение необходимо находить на международном уровне - через соответствующие международные программы, исследования, совместное выполнение мероприятий по охране, рациональному использованию и воспроизводству водных ресурсов странами, к территории которых он принадлежит.

Проблема водных ресурсов занимает особое место в странах Балтийского региона. Его экологическое состояние наиболее актуально для стран, находящихся в площади его водосбора. Это касается, в частности, территорий западной части России и Республики Беларусь.

Балтийское море – одно из самых маленьких на планете, но в тоже время это второй бассейн на Земле по объему солоноватой воды, т.е. смеси морской воды из Северной Атлантики и пресной воды из многочисленных рек, впадающих в Балтику. Балтика имеет мировое значение как миграционный путь для водоплавающих и болотных птиц, миллионы которых пролетают в регионе каждую весну. В тоже время, места кормежки и размножения серого тюленя и кольчатой нерпы, ряд ключевых Балтийских охраняемых территорий и акваторий находятся в непосредственной близости от основных путей транспортировки нефти.

Балтийское море - это море с самым интенсивным судоходством в мире. Большое число островов, сложных для судоходства участков и ледовый покров в зимнее время существенно увеличивают риск возникновения аварий. Использование на Балтике устаревших и не отвечающих современным требованиям танкеров делают катастрофические разливы нефтепродуктов практически неизбежными. С 1980 года в Балтийском море ежегодно случается как минимум 1 крупная авария танкера, приводящая к разливу более чем 100 тонн нефти. За последние 6 лет объемы перевозки нефти по Балтике удвоились, и ожидается, что к 2010 году они достигнут 160 миллионов тонн в год.

Из-за своего полузакрытого характера, Балтийское море особенно подвержено действию разного рода загрязнителей. Обмен с океаном здесь происходит через узкие проливы, период обновления воды составляет 30 лет. Попавшие в море загрязняющие вещества надолго остаются в толще воды. Холодный климат способствует тому, что токсические вещества разлагаются медленно.

Сброшенное в Балтийское море в больших количествах химическое оружие сразу после второй мировой войны и позднее, начинает уже проявлять себя как отравляющее вещество, губительно действующее не только на все живые организмы, обитающие там, но и на здоровье человека.

Яды, попадающие в воду со стоками промышленных предприятий, накапливаются по цепочке в организмах морских животных. В конце концов они обнаруживаются в рыбе, входящей в рацион жителей не только данного региона.

Опаснейшие для жизни и здоровья человека вещества - диоксины – в пугающих количествах обнаружены в балтийской рыбе - сельди, лососе, кильке

и салаке. В связи с этим, в специальном документе, выпущенном Советом ЕС отмечено, что определенные виды рыбы, обитающих в Балтике, могут содержать высокий уровень диоксинов. Значительная доля выловленной рыбы, особенно балтийской сельди и лосося, должна быть исключена из рациона жителей Швеции и Финляндии. Этой рыбой питаются и граждане Беларуси и России, однако, до сих пор документа, регламентирующего пищевые стандарты в отношении содержания уровня диоксинов в балтийской рыбе у нас нет. В то же время, в странах ЕС балтийскую рыбку не только есть, но и продавать запрещено.

Давление антропогенного пресса сказалось на состоянии водных ресурсов всех стран Балтийского региона. Так, природные воды Республики Беларусь содержат нефтепродукты, аммонийный и нитратный азот, фенолы, органические и биогенные вещества, соли тяжелых металлов. Минерализация воды крупных белорусских рек, таких, как Неман, Днепр, Припять, возросла за последние 15 лет на 20 %. В каждом пятом колодце вода превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) по многим микробиологическим показателям и содержанию ядохимикатов.

Повсеместно наблюдается значительное увеличение в воде концентрации минерального азота, фосфора, нитратов, меди, цинка, хрома, формальдегида, нефтепродуктов. Список можно было бы продолжить. Такое положение сложилось при обстоятельствах всем хорошо известных. Это прежде всего отсутствие очистных сооружений на промышленных предприятиях, чрезмерная химизация сельскохозяйственного производства, поступление сточных вод из городов.

Серьезные экологические нарушения связаны с деятельностью животноводческих комплексов, где технологии основаны на бесподстилочном выращивании животных и смыве гноя водой. Многие комплексы размещены в близости от водотоков, что приводит к загрязнению водной системы.

Многие крупные и средние реки по комплексной оценке отнесены к классу загрязненных. Наиболее загрязненной на территории республики является река Свислочь ниже г. Минска (ниже выпуска сточных вод Минской станции аэрации). Она входит в число самых грязных рек Европы.

Превышение ПДК в 1999 г. в Свислочи составили: по соединениям меди – в 9 раз, азоту нитритному – в 8,4, аммонийному – в 7,5 раз.

Такому же антропогенному загрязнению подвергаются и голубые озерные жемчужины. В Заславском водохранилище (недалеко от Минска) зарегистрировано повышенное содержание меди, фенолов, нефтепродуктов, аммонийного и нитритного азота. Увеличилось содержание загрязнителей в знаменитом озере Нарочь, где отмечено повышение концентраций аммонийного азота, меди, нефтепродуктов. Из-за чрезмерной концентрации в озерах биофильных элементов в них идут процессы эвтрофикации - повышения биологической продуктивности водных обитателей под действием антропогенных факторов. Разрастаются колонии цианобактерий («цветение воды»), и в связи с этим уменьшается количество доступного кислорода. В

результате происходит крупномасштабное заглееие озер и уменьшение поголовья рыбного племени.

Проблема с водными ресурсами остро стоит в России. Качество воды ухудшается. В ряде регионов уровень химического и микробиологического загрязнения водоемов остается высоким, в основном из-за сброса неочищенных производственных и бытовых стоков. При среднем потреблении воды в России 272 л в сутки на человека этот показатель составляет в Москве - 539, Челябинской области - 369, Саратовской - 367, Новосибирской - 364, Магаданской - 359, Камчатской - 353. В то же время в ряде регионов (Калмыкия, Мордовия, Марий Эл, Ханты-Мансийский округ, Оренбургская, Астраханская, Ростовская, Ярославская, Волгоградская, Курганская, Кемеровская области) отмечается дефицит питьевой воды.

Двадцатку городов - лидеров по загрязнению поверхностных водных объектов - возглавляет Москва. Затем - Санкт-Петербург, Самара, Нижний Новгород, Владивосток, Челябинск, Екатеринбург, Казань, Коряжма (Архангельская обл.), Красноярск, Омск, Братск, Кировск (Мурманская обл.), Саратов, Уфа, Новодвинск (Архангельская обл.), Ангарск, Волгоград, Ростов-на-Дону, Набережные Челны.

Наиболее сильно поверхностные воды загрязнены в бассейнах Волги, Дона, Иртыша, Невы, Северной Двины, Тобола, Томи и ряда других рек.

Волга и ее притоки, являющиеся источниками водоснабжения прибрежных городов и поселков, принимают на всем протяжении огромное количество загрязнений, с которыми естественные процессы самоочищения уже не справляются. Так, из-за сброса в Волгу стоков предприятий Нижегородской области и Татарстана резко снизилось качество воды в Ульяновской области. Данные проб воды, взятых из Волги в границах Ярославской области показали, что за последние годы промышленные предприятия области сбросили в Волгу и ее притоки 500 тонн фосфора, 4 тысячи тонн азота, 400 тонн железа, 100 тонн цинка, 22 тонны хрома, 65 тонн алюминия, 9 тонн свинца, 1400 тонн магния, а также 3 тысячи тонн нитратов и 750 тонн нефтепродуктов.

Река Томь - основной источник питьевой воды в крупных городах Кемеровской области - сильно загрязнена стоками предприятий г. Кемерово.

В реки и озера Сибири ежегодно сбрасывается примерно 40 миллионов тогт загрязненных веществ.

Содержание органических веществ, аммонийного и нитратного азота, цинка, хрома, фенолов, меди в реках Сибири и Дальнего Востока превышает пределы допустимого на 30 процентов.

84 процента стока пресных вод России формируется в Сибири. Самые грязные реки российского Севера: Северная Двина, Печора, Яна, Лена, Индигирка, Колыма, реки острова Сахалин, Кольского полуострова, нижнего течения Амура, Обь, Енисей.

Ноильск, Абакан и Красноярск - лидеры по загрязнению атмосферы серой. Екатеринбург, Челябинск, Кузбасс и Прибайкалье нещадно пачкают все вокруг азотом. Сильно загрязнены в Омской области Иртыш и Омь. ПДК здесь

превышены по нефтепродуктам в 2-3, меди - 6-11, цинку - 2-5, железу - 3-7 (Омь), марганцу - 4-6 (Иртыш) и 16-20 (Омь) раз.

В странах Азиатского региона также остро ощущается дефицит водных ресурсов. Так, в Республике Казахстан многие действующие водопроводы не отвечают санитарным требованиям. В Астане - половина действующих водопроводов не отвечает санитарным требованиям, в Алматы - треть. Водопроводной водой обеспечивается 70-75 % городского населения, водой децентрализованных водоисточников - 15-18 %. Остальная часть населения (более 500 тыс. человек) пользуется привозной водой и водой открытых водоемов.

По обеспеченности водными ресурсами лидирующей является Алматинская область. В то же время техническое состояние большинства водопроводных систем в южной столице требует принятия срочных мер для поддержания их в рабочем состоянии: из общего количества Алматинских городских водопроводных сетей (их общая протяженность составляет 2200 км) срок амортизации истек у более чем половины.

Сегодня на одного жителя городов приходится 167 л воды в сутки. Правда, в Алматинской области эта цифра достигает 206 литров, в Кызылординской и Атырауской областях - лишь 120 литров.

Наименее обеспеченной водой является Мангыстауская область. Здесь практически отсутствуют пресные поверхностные воды. Потребности в ней удовлетворяются в основном за счет подачи волжской воды по магистральному водоводу Астрахань-Мангышлак, опреснения морской воды на Мангыстауском энергокомбинате, эксплуатации месторождений подземных вод.

В Азербайджане проблема питьевой воды столицы не только в нехватке, но и в качестве воды. Так, куринскую воду, составляющую сегодня более 50% питьевой воды бакинцев, ученые считают непригодной для питья. В то же время, нерациональное использование воды в Баку привело к тому, что зачастую качественная вода используется на мытье агрегатов на предприятиях или мойку автомобилей и другие не питьевые нужды. К потерям питьевой воды в Баку приводит и подача воды по графику, что, с первого взгляда, в пользу экономии воды. Однако владельцы висячих баков, заполняющие их до отказа во время режимной подачи воды, при новой подаче освобождают баки от оставшейся неиспользованной, и запасаются свежей водой на весь объем бака, и так систематически теряется большой объем воды.

Следует отметить, что 67% воды, используемой в республике, формируется за ее пределами. По данным Гидрометеорологической службы, если в начале XX-го века на 1 л речной воды приходилось 300-400мг соли, то сейчас - 1 и более грамма, что свидетельствует об уровне загрязнений.

В то же время, республика обладает большими запасами подземных вод (Ганыг(Алазань)-Ахтаранская впадина в северо-восточной части Большого Кавказа и др.), огромными площадями многолетних ледников, которые не изучены.

ПРОБЛЕМА ОПУСТЫНИВАНИЯ

Процессы опустынивания в настоящее время угрожают обширнейшей территории, находящейся на юге России и в Азиатских странах Содружества.

В России этому процессу подвержена территория в 50 млн га. Нерациональное использование земель, в частности бесконтрольный выпас скота, привел к появлению единственной в Европе пустыни «Черные земли» в Калмыкии. При норме выпаса не более 750 тыс. голов овец здесь постоянно выпасалось 1 млн. 650 тыс. голов. Кроме овец на этой территории постоянно обитало свыше 200 тыс. Сайгаков. Перегрузка пастбищ превышала норму в 2,5-3 раза. В результате более трети площади пастбищ (650 тыс. га) превращены в подвижные пески. Постепенно Калмыцкая степь превращается в бесплодную пустыню.

Специалисты подсчитали, что если процесс будет продолжаться теми же темпами, то через 15-20 лет площадь опустыненных земель в этой республике достигнет 1 млн.га. Кроме того, опустыниванию подвергаются земли на вырубках в Республике Коми.

Ежегодно в Южном регионе пески занимают 40-50 тыс.га. Только в Прикаспии песками занято около 800 тыс.га. Также отмечается увеличение площади сбитых пастбищ. За пять лет с 1985 года в Дагестане, Саратовской и Астраханской областях эти площади возросли на 14, 260 и 394,2 тыс.га соответственно.

Процесс опустынивания является довольно важной проблемой для Узбекистана. По последним данным пустыни и полупустыни занимают около 4/5 территории Узбекистана. Как уже говорилось, в результате высыхания Аральского моря образовалось дополнительно 33 400 км² сухого морского дна и вторичные пустыни (Арал-Кум). Около 70% пустынь Приаралья образовались за счет деградации растительного покрова, поэтому необходим научно обоснованный подбор засухоустойчивых растений и их районирование. При этом несомненный интерес представляет выявление перспективных жаро-, засухо-, соле- и газоустойчивых видов приспособленных к условиям аридной зоны. Также необходимо помнить, что для Центральной Азии характерен теплый климат и малое количество осадков, здесь нередки длительные периоды засухи обуславливающие высокое значение риска опустынивания.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КРУПНЫХ ОЗЕР (БАЙКАЛ, АРАЛ, КАСПИЙ)

Байкал – самое глубокое и восьмое по величине озеро в мире (табл. 10). Это такое же уникальное явление природы, как и экосистема влажных тропических лесов, или Гранд-Каньон в США.

Протянувшись вдоль геологического разлома между горными хребтами на 640 км с севера на юг через юго-восток Сибири, оно достигает глубин в 1,6 км. Вода в нем настолько прозрачна, что по словам русского писателя

В.Распутина на крошечной монетке, лежащей на глубине 30 м можно рассмотреть год чеканки.

На площади, равной примерно площади Дании, сформировалось 848 видов эндемичных животных и 133 вида уникальных растений, включая нескольких паразитических червей, живородящую рыбу голомянку и единственную в мире разновидность пресноводного тюленя. Из водорослей наиболее многочисленны диатомовые, из животных - голомянко-бычковые рыбы, бокоплавы.

Таблица 10.

Крупнейшие озера мира

Название	Площадь (км ²)	Наибольшая глубина (м)
Каспийское море	371 000	1 025
Верхнее	82 400	393
Виктория	68 000	80
Гурон	59 600	228
Мичиган	58 100	281
Аральское море	51 100	61
Танганьика	34 000	1 435
Байкал	31 500	1 620
Ньяса	30 800	706
Большое Медвежье	30 000	137
Большое Невольничье	28 600	156
Чад	12 000 - 26 000	11 - 4
Эри	27 500	64
Виннипег	24 300	28
Балхаш	17 000 - 22 000	26

Единственное млекопитающее, встречающееся в водах Байкала нерпа. В озере насчитывается 52 вида рыб, из них 27 эндемичны.

По разнообразию видов и обилию организмов Байкал напоминает море. Байкал – единственный водоем земного шара, отличающийся особой глубоководной фауной пресных вод. По мнению ученых, байкальская фауна является древнейшей, состоящей из морских и пресноводных форм, выделившихся в самостоятельные зоогеографические объекты.

Современная цивилизация начала вторгаться в этот уникальный природный мир только после прокладки в 1896 г. Вокруг южной оконечности озера Транссибирской железной дороги. Но только с 1957 г. Вторжение человека стало особенно угрожающим. Прежде всего это связано со строительством на берегу озера Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК). Началось интенсивное промышленное загрязнение вод озера. В 1986 г. В байкальском регионе был создан природный заповедник и два национальных парка. В тот год БЦБК сбрасывал в озеро 58 000 т недостаточно обработанных отходов, что

составляло 88% общего объема загрязненной воды, поступавшей в него. В настоящее время ущерб, нанесенный оз. Байкал за все годы работы БЦБК, по оценкам «Гринпис» составляет 4, 5 миллиарда долларов.

Уникальная природная экосистема Байкала продолжает деградировать. Экологические пищевые цепи озера базировались на присутствии зоопланктона под названием эпишура. Он настолько зависит от функционирования всей экосистемы в целом, что не может выжить даже в пробирке, содержащей только байкальскую воду. Этот крошечный рачок является не только пищей для других живых существ в озере, но и биологическим фильтром всей байкальской воды. Начиная с 1980 г. он быстро сокращает свою численность. Кристально чистые воды Байкала начали зарастать водорослями, что привело к размножению гельминтов. Иногда наблюдалась ситуация, когда девять из каждых десяти омулей, вылавливаемых ихтиологами, кишели ими.

Ученых-экологов беспокоит судьба уникального пресноводного тюленя — нерпы. Обычно в апреле открывается охота на тюленят. В итоге погибает порядка 90% новорожденных бельков. При сохранении нынешней ситуации популяция нерпы может оказаться на грани исчезновения. Последний, более или менее тщательный учет проходил в 1994 году. По подсчетам тогда на Байкале обитало 104 000 животных. К 2000 г. основной запас популяции байкальского тюленя упал до 67 000 голов.

Кроме всего прочего побережью озера угрожает повышенный радиационный фон. Он складывается прежде всего из - за высокого содержания урана в горных породах, обрамляющих Байкал: до 70 процентов территории Байкальского региона относятся к зоне высокой радоноопасности; на территории региона найдено 6 месторождений и 62 рудопроявления урана. Вместе с тем, территория Байкальского региона, наряду с Алтаем, подверглась радиоактивному загрязнению при проведении, наземных и воздушных испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне с 1949 по 1962 годы (суммарная мощность этих взрывов в 800 раз превышает мощность ядерной бомбы, сброшенной на Хиросиму). Наибольшему загрязнению (в 10 - 100 раз выше регионального фона) подверглись побережье оз. Байкал, сельскохозяйственные районы Усть - Ордынского, Бурятского автономного округа, долины рек Тунка и Джида (Республика Бурятия).

С 1975 по 1984 годы в Красноярском крае, Кемеровской, Иркутской и Читинской областях было проведено 13 подземных ядерных взрывов (на территории Иркутской области - два), место и время проведения которых хранились в строгой секретности от населения. После проведения испытания не было организовано надлежащего мониторинга радиоактивных продуктов взрыва, сохраняющихся под Землей в камере взрыва. Некоторые из продуктов распада, возможно, опасны, в течение нескольких миллионов лет, однако из - за секретности никто не знает, какие именно продукты распада могли образоваться в результате этих взрывов.

В дополнение ко всем экологическим бедам, в последнее время резко усиливается нагрузка на Байкал туризма, особенно неорганизованного.

Прибрежные байкальские леса подвергаются атмосферному загрязнению со стороны промышленных предприятий Восточной Сибири и Прибайкалья.

Особую лепту в общую картину загрязнения вносит автотранспорт. На два миллиона жителей Иркутской области приходится свыше 700 тысяч единиц транспорта. Большая часть автомобилей сконцентрирована в нескольких промышленных городах области. По данным Госкомприроды Иркутской области, выбросы от автотранспорта в 1998 году составили 18 % (118 тысяч тонн) от суммарных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Самые неблагоприятные в этом отношении города - Иркутск (36 % загрязнения), Братск (17, 9 %), Зима и Саянск (12, 7 %), Шелехов (7, 4 %), Ангарск (7 %) и Усолье - Сибирское (6, 8 %).

Таким образом, современная картина антропогенного воздействия на уникальную экосистему Байкала и прилегающих территорий вызывает опасение и беспокойство за дальнейшую судьбу озера.

До сих пор острой экологической проблемой является судьба знаменитого Аральского моря. Ареал экологического кризиса, связанного с гибелью Арала, чрезвычайно обширен. В Аральский регион входят четыре республики Средней Азии и юг Казахстана.

До 1973 г. Аральское море было четвертым по площади водоемом в мире, не считая океанов. До 1965 г. оно колебалось в своих естественных границах: уровень его опускался не ниже 52,3 м в 1917 г. и поднимался не выше 54,1 м в 1934 г. Среднегодовое значение его уровня общепринято равной 53,0 м. Этому соответствовала площадь зеркала воды 64 тыс. км² и объем воды 1020 км³ при средней глубине 20—25 м и максимальной — 67 м. Море было пресноводным: минерализация воды не превышала 7—9 г/л, в ней водились ценные промысловые виды рыб.

Неразумная политика в области сельского хозяйства привела к тому, что вода двух рек - Аму-Дарьи на юге и Сыр-Дарьи на северо-востоке, питающих Арал, постоянно и в больших объемах перекачивалась на орошение хлопковых полей. Монокультура хлопка требовала много воды. Это привело к тому, что с 1960 г. уровень воды в море упал на 13-14 м, а его объем и площадь уменьшились на 66 и 40% соответственно. Начиная с 1965 г. в связи с массовым развитием хлопководства в Среднеазиатских республиках и строительством крупных водохранилищ на Сырдарье и Амударье уровень моря стал интенсивно падать, достигнув в 1987 г. около 40 м. Минерализация воды соответственно достигла 22 г/л.

К 1989 г. поступление в море воды из двух питающих его рек сократилось в 8 раз. Зажатое между двумя пустынями - Кызылкум и Каракум некогда рыбное море само превратилось в соляную пустыню. Минерализация воды соответственно достигла 22 г/л. Огромные пыльные бури на большие расстояния разносят соль и песок. На каждом гектаре окружающих море полей ежегодно оседает до полутонны соляной пыли в год. В результате высыхания Аральского моря образовалось дополнительно 33 км² сухого морского дна и вторичные пустыни (Арал-Кум).

Расшифровка шлейфов песчано-пылевых бурь, снятых космическими аппаратами, и специальные расчеты на ЭВМ показывают, что с поверхности этой пустыни ежегодно в атмосферу Земли может подниматься до 75 млн т песка и пыли. Это видимые глазу частицы, которые откладываются на относительно небольших расстояниях до 500—800 км (часть этой отложившейся пыли и песка затем ветрами снова переносится дальше, постепенно размельчается за счет абразивного истирания, задерживается растительностью, пока полностью не ассимилируется почвой). Кроме этого с поверхности солончаков в атмосферу выносятся тонкодисперсная пыль и соль, которые механически не осаждаются, не регистрируются обычными приборами. Количество такой ядовитой соли, включая высохший и размельченный опад однолетних солянок, может достигнуть 65 млн т в год. Они могут подниматься ветром на высоту нескольких километров, образуя соле-пылевые облака, и переноситься на громадные расстояния.

Соли, выносимые со дна Арала, большей частью представляют собой сульфаты. Например, минерал тенардит в обычном состоянии содержит воду и образует достаточно прочную корку темно-серого маслянистого цвета. Однако в летнюю жару, когда температура почвы достигает 60°C и более, молекулы воды улетучиваются, и тенардит образует легкий порошок белого цвета. Такой порошок становится легкой добычей даже слабого ветра и полностью сдувается им. А на место сдутой соли из глубин земли вертикальными токами испаряющейся воды поднимаются новые порции солей, которые при следующем ветре снова улетучиваются в атмосферу. Образно говоря, солончак работает как настоящая «фабрика солей».

Арал еще в 1983 г. полностью потерял свое рыбохозяйственное значение. Сейчас состояние Аральского моря таково, что в перспективе оно может исчезнуть вовсе, превратившись в ряд мелководных водоемов с горько-соленой водой, в которой не живут даже микробы.

Известно, что Аральское море благотворно влияло на климат Приаралья, снижая летнюю жару и уменьшая дефицит влаги в воздухе; зато несколько увеличивалась зимняя температура. В настоящее время безморозный период в прилегающей пустыне Кызылкум сократился почти на 20 дней; участились ранние осенние и поздние весенние заморозки, наносящие большой ущерб зимним пастбищам. За счет подвозки дополнительных кормов в два раза увеличилась себестоимость животноводческой продукции.

С каждым годом общая ситуация в Аральском регионе продолжает ухудшаться. Если не принять радикальных мер, то восстановить Арал как единое целое уже не удастся.

Еще одной зоной экологического напряжения является Каспийское море. Оно является замкнутым внутренним водоемом и представляет собой самое крупное озеро мира. В конце 1991 г. береговая черта Каспия разделена между пятью суверенными государствами.

Ценнейший биоресурс Каспия — последнее в мире крупное стадо осетровых. Здесь вылавливается до 90% от всего мирового объема их добычи. Но уловы осетровых резко падают: если в начале 80-х годов вылавливалось до 16 тысяч тонн осетровых в год, то в 1994 году улов составил всего 4 тысячи тонн. И это несмотря на энергичные меры по искусственному разведению осетровых, которое осуществляется на 7 российских и 2 иранских рыбоводных заводах. В настоящее время осетровые в Каспии находятся на грани исчезновения. Имеются данные, что площади нерестилищ сократились с 3600 до 450 га.

Основные причины сокращения стада осетровых следующие:

1) резкое ухудшение экологической обстановки на реках, впадающих в Каспий, в первую очередь Волге, которую сегодня можно с полным основанием назвать не только главной улицей России, но и главной сточной канавой России;

2) браконьерство, включая морской лов. По нашим оценкам, несмотря на принимаемые правоохранительными органами меры, браконьеры изымают не менее 60% промыслового вылова осетровых.

В последнее время большое внимание привлекает проблема неустойчивости (колебаний) уровня воды в море. Уровень Каспия циклически меняется — то повышается, то падает. Такие циклы нередко длятся даже не десятки, а сотни лет. После последнего оледенения (10-12 тыс. лет назад) море занимало практически всю Прикаспийскую низменность и соединялось с Черным морем (уровень воды был на 70-75 м выше современного). Впоследствии уровень начал понижаться и Каспийское море превратилось в замкнутый резервуар и потеряло связь с Мировым океаном.

Когда в середине в 30-е годы XX века уровень Каспия начал интенсивно понижаться, люди шли за морем, строя долговременные капитальные сооружения на освободившейся от воды земле. Площадь поверхности моря уменьшилась на 37000 км², что составляет примерно площадь Азовского моря. Так постепенно в результате снижения уровня воды Каспий терял свою воду, а это влекло за собой потери водоемом рыбохозяйственного значения, разрушение его как экосистемы, а также необходимость огромных экономических издержек из-за переноса селений, портов и т.п.

Однако, с конца 70-х годов прошлого века уровень Каспия начал подниматься. К 1994 году уровень Каспия поднялся до отметки — 26,4 метра, то есть на 2,6 метра. До 1994 года темп подъема воды составлял 14 сантиметров в год, в 1994 году произошел резкий скачок — 26 сантиметров в год.

В зоне воздействия морских вод оказалось 257 тысяч гектаров земель, в том числе 42,5 тысячи гектаров сельскохозяйственных угодий (из них 5,5 тысячи — орошаемой пашни), 180 тысяч — нерестового фонда, объектов рыбного

хозяйства, животноводческие фермы и инженерные коммуникации, наконец, 34 населенных пункта с числом жителей 31,2 тыс. человек.

Под влиянием подъема Каспия происходит общий подъем уровня высокоминерализованных грунтовых вод, при этом резко прогрессируют процессы вторичного засоления, гибнет растительность, заселяются орошаемые земли и теряют ценность сельскохозяйственные угодья. Создается подпор в водотоках дельты, идет интенсивное обрушение берегов, на которых расположены населенные пункты.

Подъем уровня грунтовых вод приводит также к потоплению полей фильтрации канализационных очистных сооружений, ферм крупного рогатого скота, объектов нефти и газодобычи, кладбищ, интенсивной коррозии заглубленных инженерных коммуникаций.

При прогнозируемом подъеме уровня моря до отметки 26,0 метра в зоне его влияния уже окажутся 414 тысяч га земель (35% общей площади дельты), 71 населенный пункт с численностью 57,0 тысячи человек, и только в зоне затопления будет 34 населенных пункта с численностью 30,9 тысячи человек.

Причинами такого колебания уровня Каспийского моря, вероятно, как считают специалисты, являются природные климатические явления (наступление более водного периода). В настоящее время принята гипотеза, согласно которой колебание уровней воды в Каспии является следствием изменения высотных отметок моря. Однако не исключена и антропогенная составляющая явления, связанная с многочисленными ядерными взрывами для создания газовых хранилищ и других целей.

Таким образом, мы стоим перед угрозой глобального экологического кризиса, требующего неотложных и согласованных межгосударственных мер.

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

В настоящее время все страны СНГ в той или иной степени участвуют в различных конвенциях и соглашениях, связанных с охраной дикой природы и поддержанием биологического и ландшафтного разнообразия. Во всех странах СНГ имеются природные территории, получившие международный статус. В соответствии с общепринятой практикой, закреплённой международно-правовыми документами, основанием для присвоения территориям того или иного международного статуса служит, с одной стороны, их природоохранная ценность и, с другой стороны, адекватное управление ими, обеспеченное соответствующими государствами на основе действующего законодательства.

Все 12 стран являются сторонами Рамсарской Конвенции по водно-болотным угодьям, Конвенции о биологическом разнообразии, участвуют в Панъевропейской стратегии по сохранению биологического и ландшафтного

разнообразия. В 1994 г. заключено Соглашение стран СНГ об охране мигрирующих видов.

Водно-болотные угодья международного значения, выявленные в соответствии с Рамсарской конвенцией, имеются во всех странах СНГ за исключением Узбекистана.

Участки Всемирного природного наследия имеются только в Беларуси и России.

Биосферные резерваты имеются в Беларуси, Кыргызстане, России, Туркменистане, Узбекистане, Украине. На долю России приходится более двух третей всех биосферных резерватов в странах СНГ. Территории, отмеченные европейским дипломом, имеются в Беларуси, России и на Украине.

В таблице 12 представлен количественный список особо охраняемых территорий стран СНГ. Всего в странах Содружества насчитывается 200 заповедников и 64 национальных парка.

В 1948 г. группа ученых и общественные организации разных стран, объединившись, создали Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП). Задача Союза - содействие сохранению и разумному использованию широких природных богатств. В настоящее время более ста государств принимают участие в этой организации.

Таблица 12.

Количество особо охраняемых природных территорий в странах СНГ
(По данным представительства МСОП для стран СНГ, 2001)

Страна	Заповедники		Национальные парки		Заказники	
	Число	Площадь, тыс.га	Число	Площадь, тыс.га	Число	Площадь, тыс.га
Азербайджан	14	191,2	—	—	20	308,1
Армения	5	68,5	1	150,1	22	89,9
Беларусь	1	81,8	4	335,9	90	802,3
Грузия	19	150,7	2	18,4	5	58,0
Казахстан	9	889,7	4	753,4	60	5150,0
Кыргызская Республика	6	234,1	3	134,0	52	289,2
Молдова	5	19,4	—	—	Нет данных	42,2
Российская Федерация	100	33547,5	35	6900,0	71	17000,0
Таджикистан	4	173,4	2	2630,0	16	450,8

Туркменистан	8	791,9	—	—	15	851,4
Узбекистан	9	213,7	2	598,7	12	1247,4
Украина	20	287,4	11	599,8	2372*	991,7

* Включая заказники общегосударственного и регионального значения

Прежде всего Союз организовал ревизию (учет) всех редких животных и растений, которым угрожает исчезновение с лица Земли. Так появились пять томов с перечнем видов, которые могли бы навсегда исчезнуть. Первое издание Красной книги вышло в 1966 г. У истоков ее создания стоял сын известного исследователя Южного полюса Роберта Скотта - английский профессор Питер Скотт. Одновременно составлялся так называемый «черный список», куда вошли животные и растения, исчезнувшие безвозвратно.

Все страницы этого издания были окрашены в красный цвет. Отсюда и название книги – «Красная». Красный цвет всегда был цветом опасности. Таким образом ученые-составители пытались привлечь внимание общественности к той угрозе, которая нависла над живым населением Земли. С того времени аналогичные «Красные книги» начали выходить во многих странах мира, хотя красным в них остался лишь переплет. Сведения, представленные в Красной книге, являются не только сводом данных о состоянии видов животных и растений, но и руководством по их спасению, сохранению и приумножению для будущих поколений. Красная книга содержит данные о численности, биологии видов, а также краткие сведения о принятых и необходимых мерах охраны того или иного животного или растения. Занесение любого вида в Красную книгу означает, что он нуждается в охране.

По мере поступления новых сведений листы Красной книги обновляются и заменяются. Если вид устойчиво восстанавливает свою численность и угроза его исчезновения миновала, он может быть вычеркнут из Красной книги.

В настоящее время, согласно принятой в 1992 г. в Рио-де-Жанейро Конвенции о биологическом разнообразии страны СНГ проводят большую работу по обновлению уже изданных до этого времени региональных «Красных книг».

Решение о создании Красной книги РСФСР, включающей объекты животного мира, было принято в 1982 г., а опубликована она была в 1983 г. В нее было занесено 65 видов млекопитающих, 107 видов птиц, 11 видов рептилий, 4 вида амфибий, 9 видов рыб, 15 видов моллюсков и 34 вида насекомых.

Составление и согласование списков объектов животного мира, подлежащих занесению в нее, было продолжено практически сразу после выхода в 1983 г. Красной книги РСФСР. С образованием в 1988 г. системы природоохранных органов функция ведения Красной книги России перешла в Минприроды России - ныне Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Научное обеспечение ее ведения осуществляют Российская академия наук и Всероссийский научно-исследовательский институт охраны

природы. В 1992 г. при Минприроды России создана Комиссия по редким и находящимся под угрозой исчезновения животным, растениям и грибам, в составе которой функционируют специальные секции и рабочие группы экспертов.

В настоящее время современное издание Красной Книги Российской Федерации, включает в себя информацию по 533 редким и исчезающим видам растений (выпущена в 1988 г.) и 423 вида животных (2000 г.)

Первое издание Красной книги Беларуси было предпринято в 1981 г. В то время на ее страницы попало 80 видов животных и 85 редких и исчезающих видов растений. Второе издание Красной книги вышло в 1993 году. В нее включено уже 182 вида животных, 180 - растений, 17 - грибов и 17 видов лишайников.

Во второе издание Красной книги Украины занесен 381 вид животных (в том числе 67 видов птиц), 531 вид растений и грибов. По сравнению с первым изданием (1976 год) количество видов животных и растений, занесенных в Красную книгу Украины, увеличилось почти в 4 раза.

Красная книга Таджикистана была опубликована в 1988 г. и не переиздавалась вновь. Включает 58 видов беспозвоночных, 4 вида рыб, 21 - пресмыкающихся, 37 - птиц, 42 - млекопитающих, 226 - растений, из которых 4 вида грибов, 14 - мхов и папоротников, 27 видов деревьев и кустарников и 181 вид травянистых растений.

Красная книга Казахстана насчитывает 3 издания. Первое вышло в 1978 г. (87 видов и п/видов позвоночных), 2-е в 1991 г. (129 видов и п/видов позвоночных, и впервые были внесены беспозвоночные - 105 видов).

Третье современное издание вышло в 1996 г. и представляет собой 1 часть, посвященную угрожаяемым таксонам животных. Она включает 125 видов и п/видов позвоночных: рыб и круглоротых (16), земноводных (3), пресмыкающихся (10), птиц (56), млекопитающих (40).

Красная Книга Киргизии вышла в 1985 г. и не имела современного переиздания. В нее вошло 13 видов млекопитающих, 20 - птиц, 3 - пресмыкающихся, 1- рыб, 5- насекомых, 65 - высших растений. Категории имеют описательный, качественный характер.

Первое издание Красной книги Туркменистана было опубликовано в 1985 году. Она состояла из двух частей (Растения и Животные) и включала 27 видов млекопитающих, 35 видов птиц, 30 видов пресмыкающихся, один вид земноводных и 8 видов рыб, а также 52 вида растений.

Второе издание, содержащее новые данные по состоянию угрожаяемых видов, было опубликовано в 1999 году. Оно состоит из двух томов.

Первый том «Беспозвоночные и позвоночные животные», в который вошло 152 вида и подвида животных. Второй том «Растения» включает 109 видов.

Впервые Красная книга Узбекистана была издана в 1983 г. (Животные. Ч.1) и затем в 1984 г. (Ч.2. Растения) и содержала информацию о 63 видах позвоночных животных и 163 видах растений. За основу была взята

качественная система классификации категорий угрозы, которые не всегда однозначно трактовали риск исчезновения угрожаемых таксонов.

В современном издании Красной книги республики была предпринята попытка синтеза различных подходов для создания и применения системы категорий оценки риска исчезновения с использованием как традиционных национальных подходов так и наиболее важных идей глобальной системы 1994.

В Красную книгу Узбекистана включен 301 таксон высших растений, 20 - млекопитающих, 29 - птиц, 16 - пресмыкающихся, 26 - рыб, 3 - кольчатых червей, 14 - моллюсков и 61 - членистоногих (беспозвоночные включены впервые).

В 1989 г. создана Красная книга Азербайджана. В эту книгу вошли 14 видов млекопитающих, 36 видов птиц, 13 видов амфибий и рептилий, 5 видов рыб и 40 видов насекомых. Разработаны меры по сохранению и увеличению численности растений и животных, вошедших в Красную книгу. Благодаря этим мероприятиям удалось предотвратить окончательную гибель джейрана. По данным авиаучета, проведенного в октябре 1989 г., численность джейранов на территории республики достигла 12,8 тыс.голов против 400 голов в 1968 г.

Краткое резюме

Экологические проблемы стран СНГ в основном связаны с глобальными проблемами экологии, характерными для современного развития биосферы. Имея специфическую окраску для каждой отдельно взятой страны, они тем не менее связаны воедино территориальными связями. Основные проблемы касаются численности населения, загрязнения воздушной среды, поверхностных вод, состояния водных объектов, охраны редких и исчезающих видов растений и животных.

Вопросы для повторения

1. Охарактеризуйте основные экологические проблемы стран СНГ.
2. Назовите приоритетные направления исследований, способные решить острые экологические проблемы в бывших республиках Советского Союза.
3. Охарактеризуйте современную демографическую обстановку в странах СНГ.
4. Дайте оценку основным неблагоприятным в экологическом отношении водным объектам на территории СНГ.
5. Охарактеризуйте процессы деградации почв и оцените степень опустынивая земель бывших союзных республик СССР.
6. Что такое Красная книга, и какие сведения она содержит?

Темы для докладов на семинарах

7. Современные демографические проблемы стран СНГ.
8. Проблемы охраны окружающей среды в странах бывшего Советского Союза.
9. Причины кризисных ситуаций на территориях стран СНГ.
10. Красная книга и принципы ее составления.
11. Оценка современной экологической ситуации на территориях стран СНГ.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. – М., 1998.
- Воронков Н.А. Экология общая, социальная, прикладная: Учебник для студентов высших учебных заведений. Пособие для учителей. – М., 1999.
- Войткевич Г.В., Вронский В.А. Основы учения о биосфере: Учеб. пособие для студентов вузов. Ростов на Дону, 1996.
- Охрана окружающей среды: Учеб. для вузов по экол. специальностям. – , 2000
- Петров К.М. Общая экология: Взаимодействие общества и природы. – СПб, 1998.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб., 1997.

Дополнительная

- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие. - Ростов на Дону, 1996.
- Лосев К.С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. – М., 2001.
- Дежкин В.В. Беседы об экологии. – М., 1998.
- Розанов С.И. Общая экология. – СПб., 2001.
- Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. - Киев, 1987.
- Фешбах М., Френдли А. Экоцид в СССР: Здоровье и природа на осадном положении. – М., 1992.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Направления экологии

- **Антропозкология** (от греч. anthropos — человек и экология) — 1) в узком смысле: эволюционная экология человека как биологического вида, а также и его предков (антропоидов); 2) в широком смысле: экология человека (см.).
- **Аутэкология** (от греч. autos — сам и экология) — раздел экологии, изучающий взаимоотношения организма (вида, особи) с окружающей средой (сравн. синэкология).
- **Биогеоценология** (от греч. bios — жизнь, ge — Земля, coinos — общий и логос — учение) — научная дисциплина, изучающая закономерности формирования, развития и функционирования биогеоценозов.
- **Биоэкология** (от греч. bios — жизнь и экология) — экология в первоначальном смысле, который придавал ей автор термина Э. Геккель, — наука о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей их средой.

- **Демэкология** (от греч. demos — народ и экология) — популяционная экология, наука о популяциях и их взаимоотношениях со средой.
- **Палеоэкология** (от греч. palaios — древний и экология) — раздел палеонтологии, изучающий условия существования, образ жизни и взаимосвязь животных и растений в прошлые геологические эпохи.
- **Популяционная экология** — см. демэкология.
- **Синэкология** (от греч. syn — вместе и экология) — раздел экологии, изучающий жизнь сообществ организмов (экосистем, биогеоценозов).
- **Урбаэкология** (от лат. urbanus — городской и экология) — экология градостроения; раздел экологии, занимающийся изучением способов наилучшего расселения людей в городах и других населенных пунктах с учетом интересов населения и сохранения природной среды.
- **Эйдоэкология** (от греч. eidos – образ, вид) – экология видов.
- **Экология** (от греч. oikos — дом, жилище и logos — учение) — 1) в классическом понимании: биоэкология (см. выше); 2) в узком понимании: наука о законах жизни экосистем (см.); 3) в широком понимании: наука о биосфере планеты и положении человека и человеческого общества в ней (экология глобальная, мегаэкология).
- **Экология географическая** (геоэкология, ландшафтная экология) — раздел экологии в узком смысле изучающий закономерности экосистем в приложении к географическим процессам.
- **Экология глобальная** — то же, что экология биосферы.
- **Экология животных** — биоэкология в применении только к животным организмам.
- **Экология промышленная** (инженерная) — раздел экологии в широком смысле, наука о взаимном влиянии промышленности и транспорта на природу.
- **Экология растений** — биоэкология в применении только к растительным организмам.
- **Экология социальная** (от лат. socialis — общественный) — 1) в узком смысле: наука о взаимодействии человеческого общества с окружающей природной средой; 2) в широком смысле: наука о взаимодействии отдельного человека и человеческого общества с природной, социальной и культурной средами.
- **Экология химическая** — в широком смысле раздел экологии, изучающий все химические связи и взаимодействия в живой природе.
- **Экология человека** — 1) наука о взаимодействии человеческого общества с природой; 2) экология человеческой личности; 3) экология человеческих популяций, в том числе учение об этносах.
- **Экология эволюционная** — раздел биоэкологии, изучающий экологические закономерности эволюции.

Основные этапы международной деятельности по проблемам охраны окружающей среды

1972 г., Стокгольм - Первая Конференция ООН по проблемам окружающей среды, на которой впервые к этим проблемам было привлечено внимание мирового сообщества.

1977 г., Тбилиси - Межправительственная конференция по образованию в области окружающей среды.

1987 г., Москва - Тбилиси + 10, Международная конференция по экологическому образованию.

1992 г., Рио-де-Жанейро — Всемирный Саммит (Конференция ООН по окружающей среде и развитию): 50 тыс. участников из 179 стран, среди которых руководители 103 государств, свыше 2 тыс. аккредитованных журналистов, 22 тыс. представителей НПО, участвовавших в конференции НПО, проходившей параллельно с Саммитом. На этом Всемирном форуме были приняты «Декларация по окружающей среде и развитию», «Повестка дня на XXI век», «Заявление о принципах в отношении лесов», «Конвенция об изменении климата» и «Конвенция о биологическом разнообразии», открытые для подписания и ратификации всеми странами. Именно здесь была документально оформлена концепция перехода мирового сообщества к устойчивому развитию и сделан шаг от национальных программ охраны природы к охране биосферы в глобальном масштабе усилиями всего человечества. Главным документом Конференции стала «Повестка дня на XXI век», содержащая свыше 2500 разнообразных рекомендаций для совместных действий по борьбе с загрязнением биосферы, устранению бедности, защите атмосферы, океана и биоразнообразия, переходу к устойчивому сельскому хозяйству и т. д. Этот план совместных действий выдержал испытание временем и лежит в основе всех принятых впоследствии международных документов, в том числе конвенций ООН по изменению климата, биоразнообразию и борьбе с опустыниванием.

1997 г., Нью-Йорк — специальная сессия Генеральной Ассамблеи ООН («Рио+5») для разработки дальнейших мер по претворению в жизнь «Повестки дня на XXI век».

Как руководство к действию на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро были приняты основные принципы устойчивого развития.

Из Декларации конференции:

1. Люди должны иметь право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой.

2. Для достижения устойчивого развития защита окружающей среды должна составлять неотъемлемую часть процесса развития и не может рассматриваться в отрыве от него.

3. Экологические вопросы наиболее эффективно решаются при участии всех заинтересованных граждан. Государства развивают и поощряют информированность и участие населения, предоставляя неограниченный доступ к экологической информации.

4. Государства сотрудничают в целях сохранения, защиты и восстановления целостности экосистем Земли.

2000 г., Нью-Йорк — на сессии Генеральной Ассамблеи ООН принято решение о проведении Всемирного саммита по проблемам устойчивого развития в 2002 г. в Йоханнесбурге (ЮАР) с тем, чтобы на высшем политическом уровне спустя 10 лет после «Рио-92» продемонстрировать приверженность устойчивому развитию в глобальных масштабах и готовность всемерно содействовать этому.

2002 г., Йоханнесбург, ЮАР - 26 августа 2002 г. в Йоханнесбурге открылся Всемирный саммит по проблемам устойчивого развития, которые также называют Саммитом Земли. В его работе приняли участие посланцы 195 стран, в том числе 104 президента и премьер-министра.

Организаторы саммита выделили пять основных тем для обсуждения: вода, энергия, здравоохранение, сельское хозяйство и экология. Коротко главный вопрос саммита формулировался следующим образом - как прокормить растущее население Земли, не разрушив окончательно все экосистемы планеты.

В ходе последнего пленарного заседания саммита 4 сентября его участниками была принята политическая декларация форума, призывающая все страны к работе на благо всеобщего процветания и мира, а также план действий по борьбе с бедностью и охране земной экологии. Этот документ предусматривает ряд широкомасштабных акций, обеспечивающих доступ сотням миллионов человек к чистой воде и электрической энергии, а также 50-процентное снижение уровня бедности к 2015 году. В нем оговорены комплексные природоохранные программы, замедляющие вырубку лесов и истощение рыбных ресурсов мирового океана. План также предусматривает глобальное снижение субсидий на добычу ископаемых энергоносителей, переход на возобновляемые источники энергии. Оценивая итоговые документы, эксперты признали, что в них практически отсутствуют четко прописанные детали осуществления заявленных задач. В первую очередь это касается финансирования проектов и обеспечения их квалифицированными специалистами. Большинство сроков, установленных для достижения тех или иных провозглашенных целей, остаются размытыми.

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МИРОВОЗЗРЕНИИ ИНДЕЙЦЕВ

В 1854 г. краснокожий индейский вождь Сизтла адресовал бледнолицему «великому вождю из Вашингтона» письмо, представляющее собой образец экологического мировоззрения. Текст письма приводится ниже.

«Великий Вождь из Вашингтона извещает, что желает купить нашу землю. Великий Вождь также посылает нам весть дружбы и доброй воли. Он очень добр, ибо мы знаем, что наша дружба - слишком малая плата за его расположение. Однако мы обдумаем Ваше предложение, ибо понимаем, что если не продадим землю, бледнолицый придет с ружьями и отберет ее силой.

Как вы сможете купить небо или тепло земли? Эта мысль нам непонятно. Если мы не распоряжаемся свежестью воздуха и всплесками воды, то как вы можете купить их у нас?

Для моего народа каждая пядь этой земли священна. Каждая сверкающая сосновая шишка, каждый песчаный берег, каждый клочок тумана в темном лесу, каждая поляна и каждая жужжащая мошка - все они святы для памяти и чувств моего народа. Сок, текущий в стволах деревьев, несет в себе память краснокожих.

Вступив на путь среди звезд, усопшие бледнолице забывают страну своего рождения. Наши усопшие никогда не забывают этой прекрасной земли, ибо она - мать краснокожих. Мы - часть этой земли, и она часть нас самих. Душистые цветы - наши сестры, олень, конь, большой орел - наши братья. Горные вершины, сочные луга, теплое тело мустанга и человек - все они одна семья.

Когда Великий вождь из Вашингтона говорит, что хочет купить у нас землю, он требует от нас слишком многого. Великий вождь извещает, что он оставит нам место, чтобы мы жили в удобстве. Он станет нам отцом, а мы станем его детьми. Но все не так просто, ибо для нас эта земля - священна.

Эта сверкающая вода, текущая в ручьях и реках, - не просто вода, а кровь наших предков. Если мы продадим вам землю, вы должны помнить, что она священна. Вы должны учить своих детей тому, что она священна, и любой призрачный отблеск в чистых водах озер повествует о делах жизни и памяти моего народа. Журчание воды - это голос отца моего народа. Реки - наши братья, они утоляют нашу жажду. Реки переносят наши каноэ и кормят наших детей. Если мы продадим вам землю, вы должны помнить и учить ваших детей, что реки - наши братья и ваши братья, и впредь вы должны относиться к рекам с той же добротой, с какой относитесь к своему брату.

Краснокожий всегда отступал перед идущим вперед бледнолицым, как горный туман отступает перед утренним солнцем. Но прах наших отцов свят. Их могилы - священные места, и поэтому эти холмы, деревья и участки земли стали для нас святыми. Мы знаем, что бледнолицый не принимает наших мыслей. Для него один участок земли ничем не отличается от другого, ибо он - чужак, который приходит ночью и берет от земли все, что захочет. Для него земля не брат, а враг, и он идет вперед, покоряя ее. Он оставляет могилы отцов позади, но это его не заботит. Он забывает о могилах отцов и оправах своих детей. Он относится к своей матери-земле и к своему брату-небу как к вещам, которые можно купить, ограбить и продать, как овцу или яркие бусы. Его жадность пожирает землю и оставляет за собой пустыню.

Я не понимаю: Наши мысли отличны от ваших. Зрелище ваших городов - боль для взора краснокожего. Возможно, что так происходит потому, что краснокожие - дикари, и они многого не понимают. В городах бледнолицего нет тишины. В них нет такого места, где можно послушать, как весной распускаются почки, как шелестят крылья насекомых. Возможно, что я просто дикарь и многого не понимаю. Мне кажется, что шум только оскорбляет слух. Разве это жизнь, если человек не может расслышать одинокий крик блуждающего огонька

или ночной спор лягушек у пруда? Я - краснокожий, я многого не понимаю. Индейцы предпочитают мягкое звучание ветра над водами пруда, запах этого ветра, омытого полуденным дождем и пропитанного ароматом сосновой смолы.

Для краснокожего воздух - сокровище, ибо одним (им) дышит все живое: и зверь, и дерево, и человек дышат одним дыханием. Бледнолицый не замечает воздуха, которым дышит. Он не ощущает зловония, как человек, который умирает уже много дней. Но если мы продадим вам свою землю, вы должны помнить, что для нас воздух - сокровище, что воздух делится своим духом со всем живым. Тот ветер, который вдохнул дыхание в наших дедов, принимает их последний вздох. И поэтому ветру предстоит наполнить духом жизни наших детей. Если мы продадим вам свою землю, вы должны держаться в стороне от нее и относиться к ней как священной, как к тому месту, куда даже бледнолицый, сможет прийти, чтобы ощутить вкус ветра, сладкий от луговых цветов.

Мы обдумаем ваше предложение купить нашу землю. Если мы решим принять его, я поставлю одно условие: бледнолицый должен относиться к животным этой земли как к своим братьям. Я - дикарь, я не могу думать иначе. Я видел тысячи мертвых бизонов в прериях - их оставил бледнолицый,

стрелявший из проходившего мимо поезда. Я - дикарь, и я не могу понять, как дымящийся железный конь может быть важнее бизона, которого мы убиваем, только оказавшись на краю гибели. Что будет с человеком, если не станет зверей? Если все звери погибнут, люди умрут от полного одиночества духа. Чтобы ни случилось с животными, это случается с человеком. Все взаимосвязано.

Вы должны учить своих детей тому, что земля у их ног - прах наших предков. Тогда они будут почить землю кроются жизни нашего рода. Учите своих детей тому, чему учим своих детей мы, а говорим им, что земля - наша мать. Что бы ни случилось с землей, это случается и с ее детьми. Когда человек плюет на землю, он плюет в самого себя.

Вот что мы знаем: не земля принадлежит человеку, а человек принадлежит земле. Вот что мы знаем: все в мире взаимосвязано, как кровь, которая объединяет целый род. Все взаимосвязано. Чтобы ни случилось с землей, это случается с ее детьми. Не человек плетет паутину жизни, он лишь одна нить в ней. Если он делает что-то с паутиной, то делает это и самим собой.

И все же мы обдумаем ваше предложение уйти в ту резервацию, которую вы приготовили для моего народа. Мы будем жить в стороне от вас, мы будем жить спокойно. Не так уж важно, где мы проведем остаток своих дней. Наши дети уже видели своих отцов униженными поражением. Наши воины уже ощутили стыд. После поражения их жизнь обернулась праздностью, и они губят свои тела сладкой пищей и крепкими напитками. Не так уж важно, где мы проведем остаток своих дней, Их осталось не так много. Лишь несколько часов, всего несколько зим, и не останется ни одного сына великих племен, которые когда-то так любили эту землю и которые сейчас скитаются малыми группами в лесах. Никто не сможет оплакивать тот народ, который когда-то был столь же могуч и

полон надежд, как ваш. Зачем же мне оплакивать смерть своего народа? Племя - это всего лишь люди, ничего больше. Люди приходят и уходят как морские волны.

Даже бледнолицый, чей Бог идет рядом и говорит с ним, как друг, не может избежать всеобщей судьбы. В конце концов, быть может избежать всеобщей судьбы. В конце концов, быть может, мы еще станем братьями - посмотрим. Но мы знаем нечто такое, что бледнолицему предстоит когда-нибудь узнать: у нас с вами один Бог. Сейчас вы считаете, что владеете своим Богом точно так же, как хотите овладеть нашей землей, но это не так. Он - Бог всех людей и равно сострадает и краснокожим, и бледнолицым. Для Него эта земля - сокровище, и причинять вред этой земле означает поднимать руку на ее Творца. Бледнолицые тоже уйдут, хотя быть может позже, чем остальные племена. Продолжайте пачкать свое ложе, и однажды ночью вы задохнетесь в собственных отбросах. Но в своей гибели вы будете ярко пылать, объятые племенем мощи Бога, который привел вас господством над этой землей и над краснокожими.

Для нас такая судьба - загадка, ибо мы не понимаем, зачем нужно убивать бизонов, зачем приручать диких лошадей, зачем нарушать таинственные думы леса тяжелым запахом толпы людей, зачем пятнать склоны холмов говорящими проводами.

Где заросли? Их нет. Где орел? Его нет. Почему нужно прощаться с быстрым пони и охотой? Это - конец жизни и начало выживания.

Мы обдумаем ваше предложение купить нашу землю. Если мы согласимся, то будем в безопасности обещанной вами резервации. Там мы сможем прожить короткий остаток своих дней так, как захочется нам. Когда с этой земли исчезнет последний краснокожий, а памятью о нем будет только тень облака, парящего над прерией, в этих берегах и лесах по-прежнему сохранится дух моего народа, ибо он любит эту землю, как новорожденный любит сердцебиение своей матери. Если мы продадим вам эту землю, любите ее так, как любим ее мы. Заботьтесь о ней так, как любили ее мы. Заботьтесь о ней так, как заботились о ней мы. Сохраните в своей памяти вид этой земли, какой она была, когда вы забрали ее. И всеми своими силами, всеми своими мыслями, всем сердцем сберегите ее для своих детей - и любите ее так: как Бог любит всех нас.

Мы знаем одно: у нас с вами один Бог. Для Него эта земля - сокровище. Даже бледнолицым не избежать всеобщей судьбы. В конце концов мы еще может стать братьями. Посмотрим. образец экологического мировоззрения».

(Теун Марез, «Учение толтеков. Том 3. Туманны знания драконов», издательство «София», 1998 г.)

III. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

МАТЕРИАЛЫ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Семинарское занятие № 1

Концепция экологического устойчивого развития

1. Жизнеспособность экосистем – основа глобальной стабильности биосферы.
2. Программа всемирного сотрудничества — «Повестка для на XXI век».
3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Горелов А.А. Экология: Учеб.пособие для вузов. – М., 2001.
Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2007.
Маврищев В.В. Общая экология. Курс лекций. Мн., 2007.
Оуэн Д.Ф. Что такое экология? - М., 1984.
Очерки по истории экологии. М., 1970
Радкевич В.А. Экология. 3-е изд., перераб. и доп. Мн, 1997.
Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М., 1990.
Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). М., 1994.
Риклефс Р. Основы общей экологии. М, 1989.
Розанов С.И. Общая экология. – СПб., 2001.
Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. 4-е изд., испр. СПб., 1997.
Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. Киев, 1987.
Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн.пособие для студ. биол. спец. пед.ин-тов. - 2-е изд., перераб. - М., 1988.

Семинарское занятие № 2

Экологический кризис

1. Глобальные проблемы взаимодействия общества и природы в XXI веке.
2. Дестабилизация динамики и баланса биосферы.
3. Характеристика важнейших экологических проблем и анализ их причинной обусловленности.
4. Международное экологическое сотрудничество в преодолении экологического кризиса.

ЛИТЕРАТУРА

- Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - 184 с.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2007.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. М., 1986. Т.1. - 328 с. Т.2. - 376 с.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. - М: Мир, 1989 - 424 с.
- Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. - М., 1962.
- Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение. - М.-Л., 1964.
- Серебрякова Т.М. Учение о жизненных формах растений на современном этапе// Итоги науки и техники. Ботаника. - М.: ВИНТИ, 1972. Т.1. - с. 84-169.
- Слейчер Р. Водный режим растений. - М., 1970.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. М., 1988.
- Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. - М.: Изд-во МГУ, 1980. - 464 с.
- Часовенная А.А. Основы агрофитоценологии. - Л., 1975.
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн. пособие для студ. пед. ин-тов по биол. спец. М., 1981.

Семинарское занятие № 3

Глобальные изменения климата и экологические проблемы атмосферы

1. Изменения альbedo поверхности Земли, изменения влагооборота, климат городов и пр.
2. Борьба с истощением запасов озона.
3. Состояние воздушного бассейна Беларуси.
4. Классификация загрязнений воздуха.
5. Естественные и антропогенные факторы изменения климата.

ЛИТЕРАТУРА

- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2-х томах М., 1989
- Гиляров А.М. Популяционная экология: Учеб. пособие. - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 191 с.
- Дажо Р. Основы экологии. М., 1975.
- Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - 184 с.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2007.
- Марков М.В. Популяционная биология растений: Учебн.-метод. пособие. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1986. - 108 с.

- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. М., 1986. Т.1. - 328 с. Т.2. - 376 с.
- Пианка Э. Эволюционная экология: Пер. с англ. - М.: Мир, 1981.
- Риклефс Р. Основы общей экологии.- М: Мир, 1989 - 424 с.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. М., 1988.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. Очерк учения о популяциях. - М.: Наука, 1973. - 277 с.
- Яблоков А.В. Популяционная биология. - М.: Высш.шк., 1987. - 303 с.

Семинарское занятие № 4

Проблема роста народонаселения

1. Экспоненциальный рост населения Земли, его причины и следствия.
2. Глобальные тенденции динамики населения и его структуры
3. Отрицательные последствия роста народонаселения Земного шара.
4. Экология города, мегаполисы.
5. Региональные демографические особенности Беларуси.
6. Демографический потенциал в развитых и развивающихся странах.

ЛИТЕРАТУРА

- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2-х томах М., 1989.
- Дажо Р. Основы экологии. М., 1975.
- Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - 184 с.
- Левич А.П. Структура экологических сообществ. - М.: Изд-во МГУ, 1980. - 182 с.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2007.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. М., 1986. Т.1. - 328 с. Т.2. - 376 с.
- Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. - М.: Мысль, 1990. - 640 с.
- Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. - М.: Наука, 1981. - 232 с.
- Риклефс Р. Основы общей экологии.- М: Мир, 1989 - 424 с.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. М., 1988.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980.- 328
- Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. - М.: Изд-во МГУ, 1980. - 464 с.
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн.пособие для студ.пед.ин-тов по биол.спец. М., 1981.

Семинарское занятие № 5

Сохранение биологического разнообразия биосферы

1. Структура и уровни биоразнообразия.
2. Биологическое разнообразие и облик экосистем.
3. Конвенции о биологическом разнообразии.
4. Методы оценки состояния и динамики биоразнообразия.
5. Экотоны и биологическое разнообразие.
6. Задачи в сфере охраны биоразнообразия.

ЛИТЕРАТУРА

- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяції и сообщества. В 2-х томах М., 1989
- Биоценоз пшеничного поля. - М.: Наука, 1978. - 149 с.
- Каталог биосферы./ Пер. с англ. - М.: Мысль, 1991. - 255 с.
- Левич А.П. Структура экологических сообществ. - М.: Изд-во МГУ, 1980. - 182 с.
- Одум Ю. Экология: в 2-х томах. Пер. с англ. М., 1986.
- Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2007.
- Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. - М.: Наука, 1981. - 232 с.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. М., 1979.
- Сукачев В.Н. Избранные труды в 3-х томах/ Т.1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. - Л.: Наука, 1972. - 418 с.
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология. Учебн.пособие для студ.пед.ин-тов по биол.спец. М., 1981.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980.- 328 с.

Семинарское занятие № 6 Состояние биоразнообразия Беларуси

1. История формирования современного биоразнообразия Беларуси.
2. Уникальность природы Беларуси и ее роль в сохранении глобального биоразнообразия.
3. Угрозы природным комплексам, угрожаемые виды.
4. Инвазионные виды, их влияние на состояние биоразнообразия.

ЛИТЕРАТУРА

- Агесс П. Ключи к экологии/ Пер.с франц. - Л., Гидрометеиздат, 1982. - 96 с.
- Алексеев В.П. Очерки экологии человека. - М.: Наука, 1993. - 192 с.
- Баландин Р.К. Область деятельности человека. Техносфера. - Минск: Выш.школа, 1982. - 208 с.
- Будыко М.И. Глобальная экология. - М.: Мысль, 1977. - 327 с.
- Вернадский В.И. Биосфера. - М.: Мысль, 1967. -376 с.
- Вернадский В.И. Живое вещество. - М.: Наука, 1978. - 358 с.
- Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. - М.: Наука, 1988. - 520 с.
- Гиренок Ф.И. Экология, цивилизация, ноосфера. М., 1987. - 128 с.

Гор Эл. Земля на чаше весов: Экология и человеческий дух/ Пер. с англ. - М.: ППП (Проза. Поэзия. Публицистика). 1993 - 432 с.

Дорофеев И.Г. Антропогенные воздействия на биосферу: Учеб.пособие. - М.: Изд-во РУДН, 1992. - 48 с.

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. 2-е изд. - М.: Гидрометеиздат, 1984. - 560 с.

Лукашев К.И. Тревоги и надежды: изменяющаяся биосфера. Минск, 1987. Охрана природы: Справочное пособие. Киев: Наукова думка, 1987.

Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2007.

Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы: Справочное пособие. Киев: Наукова думка, 1987. - 523 с.

Семинарское занятие № 7

Современные проблемы охраны природы

1. Стратегические направления охраны природы в XXI веке.
2. Понятие об охраняемых территориях.
3. Современные и потенциальные ресурсы флоры и фауны.
4. Использование биотехнологии в охране природы.
5. Правовая основа и пути решения охраны растительного и животного мира Беларуси.
6. Национальные парки, Биосферные заповедники, заказники и памятники природы.
7. Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

Баландин Р.К. Область деятельности человека. Техносфера. - Минск: Выш.школа, 1982. - 208 с.

Водопьянов П.А. Устойчивость и динамика биосферы. - Минск: Наука и техника. 1981.

Динамическое равновесие человека и природы. - Мн.: Наука и техника, 1977. - 216 с.

Киселев В.Н. Белорусское Полесье: Экологические проблемы мелиоративного освоения. - Минск: Наука и техника, 1987. - 151

Лукашев К.И. Технический прогресс и проблема ресурсов. Минск: Наука и техника, 1968.

Лукашев К.И. Тревоги и надежды: изменяющаяся биосфера. Минск, 1987.

Лучкоу А.І. Прырода Беларусі: Сучаснасць і будучыня. - Мн.: Навука і тэхніка, 1993. - 86 с.

Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2007.

Парфенов В.И., Лучков А.И. Современные подходы к решению экологических проблем в Белоруссии. Минск, 1991. - 41 с.

Хачатуров Т.С. Экономика природопользования М., 1987

Семинарское занятие № 8 Экологические проблемы Беларуси

1. Ресурсы лесной, луговой и болотной растительности Беларуси.
2. Антропогенные изменения растительности.
3. Экологические основы рационального использования дикой флоры и фауны.
4. Регион Белорусского Полесья, его экологические проблемы.
5. Проблемы Солигорска, промышленных городов, малых рек, состояния экосистем озера Нарочь.
6. Осушительная мелиорация, ее положительные и отрицательные последствия.
7. Радиоактивное загрязнение, ликвидация последствий аварии на ЧАЭС.

ЛИТЕРАТУРА

Ахоуныя прыродныя тэрыторыі і помнікі прыроды Беларусі / В.Р. Анціпаў, Ю.А. Бібікаў, М.І. Буднічэнка і інш. - Мінск: Выд-ва БелСЭ, 1985.

Ахоуныя расліны Беларусі // Ю.А. Бібікаў, Р.Ю. Блажэвіч, Г.У. Вынаеў і інш. - Мінск: БелСЭ, 1983. - 112 с.

Бирюков В.П., Блажевич Р.Ю., Вынаев Г.В. и др. Охраняемые растения и животные БССР. - Мінск.: БелНИИНТИ, 1982. - 51 с.

Вторжение в природную среду. Оценка воздействия (основные положения и методы). Пер. с англ.. Под ред. А.В. Ретеюма. М.: Прогресс, 1983. - 192 с.

Козловская Н.В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны. - Минск: Наука и техника, 1978. - 128 с.

Маврищев В.В. Основы экологии: Учебник. – Мн., 2007.

Парфенов В.И., Ким Г.А., Рыковский Г.Ф. Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии. - Минск: Наука и техника, 1985. - 294 с.

Суцэння Л.М., Пікулік М.М. Совершенствование принципов и методов охраны и рационального использования животного мира. - Минск: БелНИИНТИ, 1990. - 68 с.

Чырвоная кніга Рэспублікі Беларусь: Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення віды жывёл і раслін/ Беларусь.Энцыкл.: Гал.рэд. А.М.Дарафееў (старш.) і інш. - Мн.: БелЭН, 1993. - 560 с.

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. Биосфера — глобальная экологическая система.
2. Роль человека в эволюции биосферы.
3. Окружающая среда и здоровье человека.

4. Что такое паразитизм, и каково его значение в системе экологических взаимоотношений?
5. Какое место занимает популяция в общей иерархической системе уровней организации живой материи?
6. Учение об экологической нише, сущность экологической ниши.
7. В чем смысл концепции экосистемы?
8. Что общего и в чем различие между биогеоценозом и экосистемой?
9. Вещественный состав биосферы по В.И.Вернадскому.
- 10.Общий обзор учения о биосфере В.И.Вернадского.
- 11.Что такое демографический взрыв? Какова опасность этого процесса?
- 12.Биоиндикация состояния окружающей среды.
- 13.Экологические проблемы Республики Беларусь и пути их решения.
- 14.Проблема кислотных осадков. Способы определения кислотности дождевой воды и почвы.
15. Экологические проблемы мегаполиса (на примере г. Минска).
- 16.Система охраняемых объектов как основа охраны природы Беларуси.
- 17.Грядет ли экологический Апокалипсис?
- 18.Биологическая индикация воздушной среды крупных городов.
- 19.Развитие теории ноосферы в трудах В. И. Вернадского.
20. Редкие и охраняемые виды растений и животных ваших родных мест.
- 21.Вода и жизнь. Проблема чистоты питьевой воды.
- 22.Бытовая химия — сигнал опасности. Экосистемы и проблема химизации.
- 23.Энергетические ресурсы Беларуси.
- 24.Альтернативные источники энергии,
- 25.Организация энергосбережения в Республике Беларусь. Основные направления энергосбережения.
- 26.Тепловые, гидро- и атомные электростанции. Оценка их эффективности.
- 27.Перспективы развития атомной энергетики в РБ и ее целесообразность.
- 28.С какого времени начинать экологическое воспитание? Проблема экологического образования дошкольников.
- 29.Формы и методы экологического образования в воспитании школьников.

IV. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

ТЕСТЫ ПО ТЕМЕ «ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ»

- 1. Что из перечисленного не относится к неисчерпаемым ресурсам:**
 - а) ветер
 - б) солнечная энергия
 - в) приливы
 - г) чистый воздух
- 2. Нефть, каменный уголь – это:**
 - а) невозобновимые исчерпаемые ресурсы
 - б) возобновимые исчерпаемые
 - в) возобновимые неисчерпаемые
 - г) невозобновимые неисчерпаемые
- 3. Что из перечисленного относится к исчерпаемым возобновимым ресурсам:**
 - а) металлическое минеральное сырьё
 - б) пресная вода
 - в) плодородная почва
 - г) неметаллическое минеральное сырьё
- 4. Ресурсы тайги как экосистемы:**
 - а) реальные
 - б) потенциальные
 - в) и реальные, и потенциальные
 - г) не реальные, но потенциальные
- 5. Учение о природных ресурсах наиболее полно сформулировано:**
 - а) Н.П. Наумовым
 - б) В.Н. Сукачёвым
 - в) Э. Геккелем
 - г) Н.Ф. Реймерсом
- 6. Природные ресурсы локализованы:**
 - а) только в литосфере
 - б) только в гидросфере
 - в) только в атмосфере
 - г) в атмосфере, литосфере, гидросфере
- 7. Нижняя часть атмосферы называется:**
 - а) стратосферой
 - б) ионосферой

- в)тропосферой
- г)экзосферой

8. Дисбаланс в соотношении поглощаемой и выделяемой энергии в результате деятельности человека приводит к:

- а)статическому эффекту
- б)ледниковому эффекту
- в)парниковому эффекту
- г)комптон-эффекту

9. Не входят в состав парниковых газов:

- а)хлорфторуглероды
- б)углекислый газ
- в)формальдегид
- г)уксусная кислота

10. Вклад углекислого газа в создании парникового эффекта примерно равен:

- а)1%
- б)10%
- в)50%
- г)99%

11. За последние 200лет в результате антропогенной деятельности человека содержание углекислого газа в атмосфере увеличилось примерно на:

- а)5%
- б)25%
- в)75%
- г)100%

12. В повышении содержания углекислого газа в атмосфере вносят свой вклад следующие процессы:

- а)сжигание ископаемого топлива
- б)уменьшение площадей лесов
- в)эрозия почв
- г)рекультивация земель

13. Могут ли превносить в атмосферу метан, входящий в состав парниковых газов:

- а)свалки
- б)крупный рогатый скот
- в)рисовые чеки
- г)болота

14. При нынешних темпах использования угля и нефти в ближайшие 50 лет прогнозируется следующее:

- а)повышение среднегодовой температуры на планете в пределах 5-10 градусов
- б)понижение температуры на планете а пределах 5-10 градусов

- в)повышение среднегодовой температуры на планете от 1,5 до 5 градусов
 - г)показатели температуры не изменятся
- 15. Парниковый эффект может привести к следующим последствиям:**
- а)уменьшение уровня мирового океана
 - б)подъём уровня мирового океана
 - в)уровень мирового океана не изменится
 - г)повысится солёность вод мирового океана
- 16. В г.Киото в 1997г. была принята конвенция, обязывающая развитые страны:**
- а)увеличить добычу нефти
 - б)уменьшить производство автомобилей
 - в)ограничит выбросы аммиака
 - г)сократить выбросы углекислого газа
- 17. Озон атмосферы:**
- а)задерживает метеориты
 - б)поглощает жёсткое УФ-излучение космоса
 - в)поглощает ИК-излучения космоса
 - г)инертен
- 18. Основными разрушителями озонового экрана являются:**
- а)фосфаты
 - б)нитраты
 - в)гуматы
 - г)хлорфторуглеводороды
- 19. В результате разрушения озонового слоя может увеличиться:**
- а)частота простудных заболеваний
 - б)частота заболеваний катарактой
 - в)частота заболеваний раком кожи
 - г)частота сердечных заболеваний
- 20. В 1987г. в Монреале был подписан первый глобальный договор по климату. В соответствии с ним предусматривается:**
- а)снижение выбросов СО в атмосферу
 - б)снижение выбросов радионуклидов в атмосферу
 - в)снижение выбросов хлорфторуглеродов в атмосферу
 - г)увеличение содержания углекислого газа в атмосфере
- 21. Основной причиной, вызывающей кислотные осадки, является:**
- а)поступление оксидов серы в атмосферу
 - б)поступление оксидов азота в атмосферу
 - в)поступление тяжелых металлов
 - г)поступление радионуклидов
- 22. Синонимом дефляции является:**
- а)водная эрозия
 - б)естественная почвенная эрозия
 - в)ветровая эрозия

г)ледниковая эрозия

23. Примерами источников первичной энергии могут служить:

а)вода, падающая на турбину

б)природный уран

в)электричество

г)бензин

24. Какой источник энергии чаще других называют «похороненным светом»:

а)урановую руду

б)геотермальные воды

в)каменный уголь

г)природный газ

25. В настоящее время альтернативными источниками энергии можно назвать:

а)ветер

б)солнце

в)нефть

г)каменный уголь

26. Где сосредоточены наибольшие наземные запасы пресных вод:

а)в озёрах

б)в реках

в)в водохранилищах

г)в природных льдах

27. Величайший и самый глубокий на земном шаре водоём с наибольшим

запасом пресной воды:

а)оз.Иссык-Куль

б)оз.Нарочь

в)оз.Байкал

г)оз.Севан

28. Процесс восстановления нарушенных хозяйственной деятельностью людей

земель носит название:

а)импрегнации

б)версификации

в)рекультивации

г)деградации

29. Фотосинтетическая деятельность растений обеспечивает примерно сколько пищевых и энергетических нужд человека:

а)5%

б)10%

в)98%

г)30%

30. Синонимом термина аридизация является:

- а) опреснение
- б) озеленение
- в) оводнение
- г) опустынивание

31. Под воздействием человека какой тип эрозии почв преобладает:

- а) естественная
- б) геологическая
- в) ускоренная
- г) замедленная

32. Эрозия почв практически не возникает под воздействием:

- а) воды
- б) ледников
- в) ветра
- г) снега

33. Водные ресурсы Беларуси расположены в пределах:

- а) бассейна Чёрного моря
- б) бассейна Балтийского моря
- в) бассейна Средиземного моря
- г) бассейна Карского моря

34. Растительный и животный мир относится к какому типу ресурсов:

- а) возобновляемым исчерпаемым
- б) возобновляемым неисчерпаемым
- в) невозобновляемым исчерпаемым
- г) невозобновляемым неисчерпаемым

35. К некоммерческим источникам первичной энергии относят:

- а) нефть
- б) каменный уголь
- в) сельскохозяйственные отходы
- г) промышленные отходы

**ТЕСТЫ ПО ТЕМЕ
«РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ
И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

1. Участок природной территории, на которой временно или постоянно запрещены отдельные формы хозяйственной деятельности человека называется:

- а) ландшафтный парк;
- б) заповедник;

- в) заказник;
 - г) национальный парк.
2. **В Республике Беларусь насчитывается национальных парков:**
- а) четыре;
 - б) шесть;
 - в) один;
 - г) три.
3. **Количество заповедников в Республике Беларусь:**
- а) один;
 - б) шесть;
 - в) два;
 - г) три.
4. **К национальным паркам Республики Беларусь не относится:**
- а) Беловежская пушча;
 - б) Нарочанский;
 - в) Налибокская пушча;
 - г) Припятский;
 - д) Браславские озера.
5. **На какой из перечисленных охраняемых территорий полностью исключена хозяйственная деятельность:**
- а) заказник;
 - б) заповедник;
 - в) национальный парк;
 - г) санитарно-курортная зона.
6. **Куда можно вывозить и выгружать (учитывая экономические и экологические последствия) собранный на дорогах города снег:**
- а) на поле;
 - б) в реку или озеро;
 - в) в специально вырытый котлован;
 - г) в любое место.
7. **Красная книга – это:**
- а) список редких и находящихся под угрозой исчезновения видов живых организмов;
 - б) список редких и исчезнувших видов живых организмов;
 - в) список исчезнувших видов живых организмов.
8. **Сколько категорий охраны выделяется при составлении Красной книги:**
- а) шесть;
 - б) три;
 - в) пять;
 - г) четыре.
9. **В Красной книге Беларуси находится один из следующих видов**

растений:

- а) василек синий;
- б) вереск обыкновенный;
- в) венерин башмачок;
- г) ромашка лекарственная;
- д) зверобой продырявленный.

10. В Красной книге Беларуси находится один из следующих видов животных:

- а) заяц-русак;
- б) медведь бурый;
- в) бабочка крапивница;
- г) скворец обыкновенный;
- д) жаба обыкновенная.

11. К невозобновляемым природным ресурсам относятся:

- а) чистый воздух;
- б) солнечная энергия;
- в) ископаемое топливо;
- г) плодородная почва;
- д) пресная вода.

12. Во второе издание Красной книги Республики Беларусь (1993 г.) занесено:

- а) 125 видов животных и 87 видов растений;
- б) 185 видов животных, 178 видов растений, 15 видов грибов и 15 видов лишайников;
- в) 182 вида животных, 180 видов растений, 17 видов грибов и 17 видов лишайников;
- г) 182 вида животных, 180 видов растений, 25 видов грибов и 25 видов лишайников.

13. Памятные, вековые и исторически ценные деревья относятся к:

- а) резервату природы;
- б) памятнику природы;
- г) заказнику.

14. Биосферный заповедник может не отвечать одному из следующих требований:

- а) быть типичным эталоном природной зоны;
- б) обязательно иметь редкие виды растений и животных;
- в) вести просветительскую деятельность и учебную работу;
- г) представлять пример гармоничного развития природы.

15. В биосферном заповеднике отсутствует одна из следующих зон:

- а) буферная;
- б) хозяйственная;
- в) абсолютной заповедности;
- г) охранный.

16. Усиление техногенного воздействия не влияет на:

- а) состояние атмосферного воздуха;
 - б) рост народонаселения;
 - в) состояние почвенного покрова;
 - г) увеличение числа опасных заболеваний.
17. **Мониторингом состояния окружающей среды называется:**
- а) наблюдение за состоянием природы данного региона;
 - б) прогноз состояния окружающей среды;
 - в) наблюдение, анализ и прогноз за состоянием окружающей среды;
18. **Биологическая индикация – это метод определения степени загрязнения окружающей среды с помощью:**
- а) оценки состояния природных ландшафтов;
 - б) оценки состояния живых организмов;
 - в) оценки состояния водной среды;
 - г) оценки состояния атмосферного воздуха.
19. **Лихеноиндикация – это метод определения чистоты окружающей среды с помощью:**
- а) мхов;
 - б) лишайников;
 - в) цветковых растений;
 - г) водорослей.
20. **Проблемами поддержания рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей средой с целью его сохранения и восстановления природных ресурсов и предупреждения вредного влияния результатов хозяйственной деятельности на природу и здоровье человека занимается:**
- а) охрана окружающей среды;
 - б) рациональное природопользование;
 - в) охрана природы.
21. **Природопользование не включает в себя:**
- а) извлечение и переработку природных ресурсов, их охрану, возобновление или воспроизводство;
 - б) использование и охрану природных условий среды жизни человека;
 - в) сохранение, восстановление и рациональное изменение экологического равновесия природных систем;
 - г) изучение взаимоотношений между животными и растительными организмами.
22. **Генофонд – это:**
- а) только совокупность видов животных;
 - б) вся совокупность видов живых организмов на планете;
 - в) только совокупность видов растений;
 - г) совокупность видов животных и растений.
23. **Биологическое разнообразие включает в себя:**
- а) разнообразие животных, растений и микроорганизмов;
 - б) разнообразие видов живых организмов и совокупность природных

- экосистем;
в) совокупность природных ландшафтов и экосистем.
24. **Общее число видов живых существ на планете составляет:**
а) 2 миллиона видов;
б) не более 1 миллиона;
в) 1, 5 миллиона видов;
г) 2,5 миллиона.
25. **Среди всех живых организмов на Земле наиболее многочисленны:**
а) цветковые растения;
б) млекопитающие;
в) насекомые;
г) простейшие.
26. **Международная «Конвенция о биологическом разнообразии» принята в:**
а) 1995 г.;
б) 1992 г.;
в) 1990 г.;
г) 1998 г.
27. **С техногенной деятельностью человека не связано:**
а) поступление в биосферу в тысяч и миллионов тонн технофильного вещества в виде отходов промышленного производства, транспорта, сжигаемого топлива, бытовых отходов и т.п.;
б) поступление в биосферу определенного количества солнечного излучения;
в) накопление в биосфере в газообразной, жидкой и твердой формах химикатов, пестицидов, тяжелых металлов, радиоактивных веществ;
г) дестабилизация и разрушение сложившихся компонентов и биогенных функций биосферы.
28. **Часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком с помощью прямого и косвенного воздействия технических средств называется:**
а) тропосфера;
б) стратосфера;
в) ноосфера;
г) техносфера.
29. **К биологическим ресурсам относятся:**
а) осадочные и горные породы, животный и растительный мир;
б) все живые средообразующие компоненты биосферы;
в) леса, горы, реки, озера, луга, поля, пастбища.
30. **Ресурсы пресных вод на Земле составляют:**
а) 5% от всех природных вод;
б) 2-3 % от всей воды на планете;
в) не более 1 % всей воды.
31. **Основная масса пресной воды расходуется:**

- а) обрабатывающей промышленностью;
- б) в быту;
- в) в сельском хозяйстве;
- г) химической и целлюлозной промышленностью.

32. Природный воздух включает:

- а) 70% азота, 21% кислорода, 0,1 аргона, 0,01% углекислого газа;
- б) 75% азота, 20% кислорода, 0,1 аргона, 0,03% углекислого газа;
- в) 78% азота, 21% кислорода, 0,1 аргона, 0,03% углекислого газа;
- г) 78% азота, 23% кислорода, 0,1 аргона, 0,02% углекислого газа.

33. Какой процент от всей площади суши используется человеком в качестве плодородной почвы в сельскохозяйственном производстве?

- а) около 50%;
- б) около 10%
- в) около 30%;
- г) около 40%.

34. К ископаемому топливу относятся:

- а) газ, нефть, уголь, дрова;
- б) газ, нефть, уголь, торф, горючие сланцы;
- в) дрова, уголь, торф.

35. К альтернативным источникам энергии относятся:

- а) ископаемое топливо, энергия воды, ветра, солнечная энергия;
- б) ископаемое топливо, энергия ветра, приливов и отливов, солнечного излучения;
- в) энергия ветра, воды, солнца, приливов и отливов, биомасса, естественная энергия земных недр.

36. Почему международной конвенцией запрещено применение химического препарата ДДТ в качестве ядохимиката?

- а) потому что кроме вредных насекомых он уничтожает и полезные виды растений и животных;
- б) потому что, не распадаясь на безвредные компоненты, ДДТ накапливается в почве, воде и далее по цепям питания в организме животных и человека;
- г) потому что он отрицательно воздействует на почвенную фауну.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ»

второй ступени высшего образования (магистратура)
для специальности 1-31 80 01 «Биология»

1. Понятие о биологических системах и гомеостазе биологических систем.
2. Антропогенные воздействия на литосферу. Виды деградации почвенного покрова.
3. Экологические аспекты энергетики. Энергетические ресурсы и энергосбережение.
4. Национальные парки, их назначение. Биосферные заповедники, их цели и задачи. Особо охраняемые природные территории Беларуси.
5. Природа и механизмы глобального потепления климата. Политико-экономические аспекты глобального потепления климата.
6. Современное состояние биоразнообразия Беларуси. Инвазионные виды, их влияние на состояние биоразнообразия.
7. Основные отрицательные тенденции экологического кризиса. Характеристика важнейших экологических проблем и анализ их причинной обусловленности.
8. Методы оценки состояния и динамики биоразнообразия на разных иерархических уровнях организации биосистем. Экотоны и биологическое разнообразие.
9. Проблемы дефицита пресной воды. Основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод.
10. Методы экологии: системный подход, полевой метод, эксперимент, моделирование.
11. Озоновый слой атмосферы как фактор сохранения жизни на Земле и меры по его охране. Борьба с истощением запасов озона.
12. Глобальный экологический кризис и его проявления. Эколого-философский анализ роли человека в современном экологическом кризисе.
13. Назначение заповедников. Важнейшие заповедники мира. Национальные парки, их назначение. Биосферные заповедники, их цели и задачи. Заказники и памятники природы.
14. Популяционно-видовой и экосистемный уровни охраны биологического разнообразия.
15. Иерархия биологических систем: молекулярный, тканевый, организменный, популяционный, экосистемный и биосферный уровни организации.

16. Прогноз демографической ситуации в мире. Экосистемы крупных городов, мегаполисы, их экологические проблемы.
17. Методы экологического мониторинга. Роль биосферных заповедников в организации глобального мониторинга.
18. Проблема кислотных осадков: источники, распределение, последствия, управление, международное сотрудничество.
19. Воздействие человечества на биологическое разнообразие. Опасность потери биологического разнообразия. Конвенции о биологическом разнообразии.
20. Структура и уровни биоразнообразия. Принципы и методы сохранения биоразнообразия.
21. Понятие об устойчивом развитии и экологическом императиве развития современной человеческой цивилизации.
22. Особенности функционирования биологических систем. Функции живого вещества в биосфере.
23. Антропогенное воздействие на почву. Эрозия почв. Проблемы гумуса.
24. Отрицательные последствия роста народонаселения Земного шара. Глобальные тенденции динамики населения и его структуры, их причины и возможные экологические последствия.
25. Правовая основа и пути решения охраны растительного и животного мира Беларуси. Красная книга Беларуси.
26. Мониторинг окружающей среды. Его типы. Цели и задачи экологического мониторинга.
27. Охрана природных ландшафтов. Понятие об охраняемых территориях. Статус особо охраняемых природных территорий и их задачи.
28. Регион Белорусского Полесья, его прошлое, настоящее и будущее. Особо ценные болотные угодья Беларуси.
29. Альтернативные источники энергии. Солнечная энергетика, ветроэнергетика, биоэнергетика, геотермальная энергетика, энергия морских течений и волн.
30. Перспективы развития атомной промышленности в мире, в связи с ростом потребности в электроэнергии. Последствия аварии на ЧАЭС для экосистем Беларуси.

V. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

ЛИТЕРАТУРА

по курсу «Современные проблемы экологии»

Бродский, А. К. Краткий курс общей экологии: Учеб. Пособие / А.К.Бродский. - СПб., 1999.

Бродский, А.К. Введение в проблемы биоразнообразия / А.К.Бродский. - СПб., 2002.

Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера / В.И.Вернадский. - М., 2002.

Вронский, В.А. Прикладная экология: Учеб. пособие / В.А.Вронский. - Ростов н/Д, 1996.

Галковская, Г.А. Основы популяционной экологии: учеб. пособие / Г.А. Галковская. - Мн., 2009.

Гричик, В.В. Растительные и животные ресурсы / В.В. Гричик. – Мн., 2002.

Гиляров, А.М. Популяционная экология / А.М.Гиляров. - М., 1990.

Камлюк, Л.В. Глобальная экология / Л.В. Камлюк. - Мн., 2004.

Заповедные территории Беларуси. Мн., 2008.

Львович, М.И. Вода и жизнь (Водные ресурсы, их преобразование и охрана)/ М.И.Львович. - М., 1986 с.

Маврищев, В.В. Основы экологии: Учебник / В.В.Маврищев. 3-е изд., испр. и доп. - Мн, 2007.

Маврищев В.В. Основы экологии: учеб. пособие/ В.В.Маврищев, В.Ф.Кулеш, Т.А.Бонина. – Минск: БГПУ, 2009.

Маврищев В.В. Общая экология.: Курс лекций (4-е изд.). Мн., М, 2012.

Макдугалл, Дж.Д. Краткая история планеты Земля: горы, животные, огонь и лед / Дж.Д. Макдугалл. - СПб., 2001.

Миркин, Б.М. Основы общей экологии: Учеб. пособие / Б.М.Миркин, Л.Г.Наумова. - М., 2005

Моисеев, Н.Н. Человек и ноосфера / Н.Н.Моисеев. - М., 1990.

Одум, Ю. Экология: В 2 т. / Ю. Одум; Пер. с англ. - М., 1986.

Основы энергосбережения. Курс лекций / Под ред. Н.Г.Хутской. - Мн., 1998.

Петров, К.М. Общая экология / К.М.Петров. - СПб., 1998.

Пономарева, И.Н. Общая экология: учебное пособие для студентов педагогических вузов/ И.Н.Пономарева, В.П. Соломин, О.А. Корнилова. - М., 2005.

Поспелова, Т. Г. Основы энергосбережения / Т.Г.Поспелова. - Мн., 2000.

Радкевич, В.А. Экология: Учебник / В.А.Радкевич. - Мн., 1998.

Рамад, Ф. Основы прикладной экологии / Ф.Рамад. - Л., 1981.

Реймерс, Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н.Ф.Реймерс. - М., 1994.

Реймерс, Н.Ф. Особо охраняемые природные территории / Н.Ф.Реймерс, Ф.Р. Штильмарк. - М., 1978.

- Риклефс, Р.** Основы общей экологии / Р.Риклефс. - М., 1989.
- Свидерская, О. В.** Основы энергосбережения: Уч.-метод.пособие / О.В.Свидерская. - Мн., 2000.
- Свидерская, О. В.** Основы энергосбережения: ответы на экзаменационные вопросы/ О.В.Свидерская. – Мн., 2008.
- Сытник, К. М.** Биосфера. Экология. Охрана природы: Справ. Пособие/ К.М. Сытник, А.В. Брайон, А. В.,Гордецкий - Киев, 1987.
- Федорук, А.Т.** Экология: Учеб. Пособие/ А.Т.Федорук. - Мн., 2010.
- Чернова, И.М.** Экология / И.М.Чернова, А.М.Былова.- М., 2004.
- Шилов, И. А.** Экология: Учебник / И.А.Шилов. - М., 2006.
- Яблоков, А.В.** Уровни охраны живой природы/ А.В.Яблоков, С.А.Остроумов. М.,1985.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ